



Universidad
de La Laguna

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González

Curso: 2022/2023



La publicación de este Trabajo Fin de Máster solo implica que el estudiante ha obtenido al menos la nota mínima exigida para superar la asignatura correspondiente no presupone que su contenido sea correcto, aunque sí aplicable. En este sentido, la ULL no posee ningún tipo de responsabilidad hacia terceros por la aplicación total o parcial de los resultados obtenidos en este trabajo. También pone en conocimiento del lector que, según la ley de protección intelectual, los resultados son propiedad intelectual del alumno, siempre y cuando se haya procedido a los registros de propiedad intelectual o solicitud de patentes correspondientes con fecha anterior a su publicación.

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO
Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

ÍNDICE GENERAL

Autora:

Elena Pérez Alonso

Profesor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE: MEMORIA

1.	HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	5
2.	RESUMEN	6
3.	ABSTRACT	7
4.	OBJETO	8
5.	OBJECTIVES	9
6.	ALCANCE	9
7.	SCOPE.....	9
8.	ANTECEDENTES.....	10
9.	NORMAS Y REFERENCIAS.....	12
5.1.	DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	12
5.2.	PROGRAMAS DE CÁLCULO.....	12
5.3.	BIBLIOGRAFÍA	13
10.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	13
11.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	15
12.	EMPLAZAMIENTO.....	19
13.	SOLUCIÓN ESCOGIDA.....	20
13.1.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS E INVERSORES.....	20
13.1.	ESTRUCTURA DE SOPORTE.....	25
13.2.	CABLEADO.....	27
13.3.	CUADROS Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....	29
13.4.	CONDICIONES DE LA TOMA A TIERRA	31
13.5.	MECANISMO ANTIVERTIDO	33
13.6.	CUMPLIMIENTO ITC-BT-040 “INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN”	34
13.7.	MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	34
14.	ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO	35
15.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	35
16.	DIAGRAMA DE GANTT.....	36
17.	CONCLUSIONES	37
18.	CONCLUSIONS	38

ÍNDICE: ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	CÁLCULO CABLEADO	4
2.1.	CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA:	5
2.2.	CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA:	11
3.	CÁLCULO PROTECCIONES.....	16
3.1.	PROTECCIONES PARA EL LADO DE CORRIENTE ALTERNA.....	16
3.2.	PROTECCIONES PARA EL LADO DE CORRIENTE CONTINUA.....	24
4.	PUESTA A TIERRA	26
5.	BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE: ANEXO II. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	DATOS NECESARIOS.....	4
3.	CÁLCULOS DESARROLLADOS	5
3.1.	NÚMERO MÁXIMO DE PANELES EN SERIE:	5
3.2.	NÚMERO MÍNIMO DE PANELES EN SERIE PARA PODER EFECTUAR EL ARRANQUE.....	6
3.3.	NÚMERO DE PANELES EN SERIE PARA TRABAJAR DENTRO DEL RANGO OPERATIVO	7
3.4.	NÚMERO DE PANELES EN SERIE CUANDO EL INVERSOR ES MÁS EFICIENTE	7
3.5.	NÚMERO DE PANELES EN PARALELO POR ENTRADA MPPT.....	8
3.6.	NÚMERO DE PANELES EN PARALELO POR CORTOCIRCUITO.....	8
4.	ELEMENTOS DE LA INSTACIÓN	9
5.	ANÁLISIS DE ENERGÍA	10
5.1.	ENERGÍA PRODUCIDA.....	10
5.2.	ENERGÍA CONSUMIDA	14
5.3.	ENERGÍA IMPORTADA.....	14
5.4.	ENERGÍA AHORRADA (KWH).....	14
6.	CÁLCULO ECONÓMICOS	19
7.	CÁLCULO EMISIONES	25
8.	CONCLUSIONES.....	26

ÍNDICE: ANEXO III. ANÁLISIS DE VIENTO

1.	GENERALIDADES.....	4
2.	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.....	4
2.1.	CARGAS PERMANENTES.....	4
2.2.	ACCIÓN DE VIENTO.....	5
2.2.1.	COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN (CE).....	7
2.2.2.	COEFICIENTE EÓLICO (CP) CP Y CÁLCULO DE LA PRESIÓN ESTÁTICA (QE).....	8
3.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS:.....	13
2.3.	JUSTIFICACIÓN DE CONTRAPESOS.....	15
2.4.	DISPOSICIÓN DE LOS CONTRAPESOS.....	16

ÍNDICE: ANEXO IV. ANÁLISIS DISPOSICIÓN

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	CÁLCULO DISTANCIA ENTRE FILAS DE PANELES.....	3
3.	PROBLEMÁTICA PLANTEADA.....	4
4.	POSIBLES SOLUCIONES.....	5
5.	SOLUCIÓN ESCOGIDA.....	7
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	8

ÍNDICE: ANEXO V. CATÁLOGOS

1. Ficha técnica paneles fotovoltaicos
2. Ficha técnica inversor Huawei 50kW
3. Ficha técnica soporte módulos EnnovaBloc
4. Ficha técnica cable CC
5. Ficha técnica cuadro envolvente 1 CC
6. Ficha técnica cuadro envolvente 2 CC
7. Ficha técnica conector MC4

8. Ficha técnica protector sobretensiones
9. Ficha técnica seccionador CC
10. Ficha técnica fusible
11. Ficha técnica portafusible
12. Ficha técnica cable CA
13. Ficha técnica sobretensiones CA
14. Ficha técnica Interruptor diferencial
15. Ficha técnica interruptor seccionador
16. Ficha técnica interruptor automático
17. Ficha técnica interruptor magnetotérmico CA
18. Ficha técnica bandeja UNEX
19. Ficha técnica Gestor de autoconsumo e inyección cero (ITR 2.0 B)

ÍNDICE: ANEXO VI. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.	OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	3
2.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
3.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	4
4.	RECURSOS CONSIDERADOS.	4
5.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.....	6
6.	PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	8
7.	NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.	11
7.1.	CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	11
7.2.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.....	12

7.3.	DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES RELATIVAS A LOS LUGARES DE TRABAJO EN LAS OBRAS.....	13
7.4.	DISPOSICIONES MÍNIMAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LAS OBRAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES.	22
7.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICOS.....	29
8.-	MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	54

ÍNDICE: ANEXO VII. GESTIÓN DE RESIDUOS

1.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN (EGRC)	3
1.1.	OBLIGACIONES	6
1.2.	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	12
2.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS: VALORACIÓN, MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	53

ÍNDICE: ANEXO VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

1. DIAGRAMA DE TIEMPOS-ACTIVIDADES
2. PLAN DE PAGOS
3. CRONOGRAMA DE MANO DE OBRA
4. CRONOGRAMA DE MAQUINARIA.

ÍNDICE: PLANOS

PLANO 01: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO 02: PLANTA CUBIERTA. DISTRIBUCIÓN.

PLANO 03: CUARTO DE ELECTRICIDAD PLANTA BAJA.

PLANO 04: CUADRO DE ELECTRICIDAD PLANTA BAJA. SECCIÓN B-B'

PLANO 05: PLANTA CUBIERTA. CONTRAPESOS PANELES.

PLANO 06: ESQUEMA ELÉCTRICO

PLANO 07: SEGURIDAD Y SALUD. DETALLES

ÍNDICE: PLIEGO DE CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	15
1. CONDICIONES GENERALES	15
1.1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	15
1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO	16
1.3. FORMA Y DIMENSIONES	17
1.4. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE LOS DOCUMENTOS	17
1.5. CONDICIONES GENERALES MATERIALES Y UNIDADES DE OBRA	17
1.6. DOCUMENTACIÓN DE OBRA	17
1.7. LEGISLACIÓN SOCIAL	18
1.8. SEGURIDAD PÚBLICA	18
1.9. NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL	18
2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO.....	23
2.1. DEFINICIONES	23
2.2. OFICINA DE OBRA.....	33
2.3. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EN EL PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	34
2.4. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO	34
2.5. RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL INGENIERO- DIRECTOR	35
2.6. RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	35
2.7. DESPIDOS POR FALTA DE SUBORDINACIÓN, POR INCOMPETENCIA O POR MANIFESTAR MALA FE	36
2.8. DAÑOS MATERIALES.....	36
2.9. RESPONSABILIDAD CIVIL	37

2.10.	ACCESO Y VALLADO DE LAS OBRAS.....	39
2.11.	REPLANTEO.....	39
2.12.	ORDEN DE LOS TRABAJOS.....	40
2.13.	FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.....	41
2.14.	LIBRO DE ÓRDENES.....	42
2.15.	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS....	42
2.16.	AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS.....	43
2.17.	PRÓRROGAS POR CAUSAS DE FUERZA MAYOR.....	43
2.18.	OBRAS OCULTAS.....	44
2.19.	TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	44
2.20.	MODIFICACIÓN DE TRABAJOS DEFECTUOSOS.....	45
2.21.	VICIOS OCULTOS.....	45
2.22.	MATERIALES Y SU PROCEDENCIA.....	46
2.23.	PRESENTACIÓN DE MUESTRAS.....	46
2.24.	MATERIALES NO UTILIZADOS.....	47
2.25.	MATERIALES Y EQUIPOS DEFECTUOSOS.....	47
2.26.	MEDIOS AUXILIARES.....	48
2.27.	LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....	48
2.28.	COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS.....	49
2.29.	OBRAS SIN PRESCRIPCIONES.....	49
2.30.	ACTA DE RECEPCIÓN.....	49
2.31.	NORMAS PARA LAS RECEPCIONES PROVISIONALES.....	51
2.32.	DOCUMENTACIÓN FINAL.....	52
2.33.	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.....	54
2.34.	MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS.....	55
2.35.	RECEPCIÓN DEFINITIVA DE LAS OBRAS.....	57
2.36.	PLAZO DE GARANTÍA.....	58
2.37.	PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	58
3.	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICO.....	59
3.1.	BASE FUNDAMENTAL.....	59
3.2.	GARANTÍA.....	59
3.3.	FIANZA.....	60
3.4.	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.....	60
3.5.	DE SU DEVOLUCIÓN GENERAL.....	60
3.6.	DE SU DEVOLUCIÓN EN CASO DE EFECTUARSE DEVOLUCIONES PARCIALES.....	61

3.7.	REVISIÓN DE PRECIOS.....	61
3.8.	DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS	62
3.9.	RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.....	62
3.10.	DESCOMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS	63
3.10.1.	COSTES DIRECTOS.....	64
3.10.2.	COSTES INDIRECTOS	64
3.10.3.	GASTOS GENERALES	64
3.10.4.	MATERIALES.....	65
3.10.5.	MANO DE OBRA	65
3.10.6.	TRANSPORTES DE MATERIALES	65
3.10.7.	TANTO POR CIENTO DE MEDIOS AUXILIARES Y DE SEGURIDAD	65
3.10.8.	TANTO POR CIENTO DE SEGUROS Y CARGAS FISCALES	66
3.10.9.	TANTO POR CIENTO DE GASTOS GENERALES Y FISCALES	66
3.10.10.	TANTO POR CIENTO DE BENEFICIO INDUSTRIAL DEL CONTRATISTA	66
3.11.	PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	66
3.12.	PRECIOS E IMPORTES DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	67
3.13.	GASTOS GENERALES Y FISCALES	67
3.14.	GASTOS IMPREVISTOS	68
3.15.	BENEFICIO INDUSTRIAL.....	68
3.16.	HONORARIOS DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA Y FACULTATIVA	68
3.17.	GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.....	69
3.17.1.	MEDIOS AUXILIARES	69
3.17.2.	ABASTECIMIENTO DE AGUA	69
3.17.3.	ENERGÍA ELÉCTRICA	69
3.17.4.	VALLADO.....	69
3.17.5.	ACCESOS	70
3.17.6.	MATERIALES NO UTILIZADOS.....	70
3.17.7.	MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS.....	70
3.17.8.	ENSAYOS Y PRUEBAS	70
3.18.	PRECIOS CONTRADICTORIOS	71
3.19.	MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS	72
3.20.	ABONO DE LAS OBRAS	72
3.21.	ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS POR PARTIDA ALZADA	74
3.22.	ABONOS DE OTROS TRABAJOS NO CONTRATADOS	75

3.23.	ABONO DE TRABAJOS EFECTUADOS EN EL PERIODO DE GARANTÍA	75
3.24.	OBRAS NO TERMINADAS.....	76
3.25.	CERTIFICACIONES	76
3.26.	DEMORA EN LOS PAGOS.....	77
3.27.	PENALIZACIÓN ECONÓMICA AL CONTRATISTA POR EL INCUMPLIMIENTO DE COMPROMISOS.....	78
3.28.	MEJORAS Y AUMENTOS	79
3.29.	UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.....	80
3.30.	RESCISIÓN DEL CONTRATO.....	80
3.31.	SEGURO DE LAS OBRAS	81
3.32.	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS	82
3.33.	USO POR EL CONTRATISTA DE LA EDIFICACIÓN O BIENES DEL PROPIETARIO	83
3.34.	PAGO DE ARBITRIOS E IMPUESTOS.....	83
3.35.	GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES.....	84
4.	CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL.....	85
4.1.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....	85
4.2.	PLAN DE OBRA.....	85
4.3.	PLANOS	86
4.4.	ESPECIFICACIONES.....	86
4.5.	OBJETO DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	86
4.6.	DIVERGENCIAS ENTRE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	86
4.7.	ERRORES EN LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	87
4.8.	ADECUACIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES.....	87
4.9.	INSTRUCCIONES ADICIONALES	87
4.10.	COPIAS DE LOS PLANOS PARA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	88
4.11.	PROPIEDAD DE LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES	88
4.12.	CONTRATO.....	88
4.12.1.	POR TANTO ALZADO.....	89
4.12.2.	POR UNIDADES DE OBRA EJECUTADAS	89
4.12.3.	POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA O INDIRECTA	89
4.12.4.	POR CONTRATO DE MANO DE OBRA	89
4.13.	CONTRATOS SEPARADOS	89
4.14.	SUBCONTRATOS.....	90

4.15.	ADJUDICACIÓN	90
4.16.	SUBASTAS Y CONCURSOS	91
4.17.	FORMACIÓN DEL CONTRATO	91
4.18.	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA	92
4.19.	TRABAJOS DURANTE UNA EMERGENCIA	92
4.20.	SUSPENSIÓN DEL TRABAJO POR EL PROPIETARIO	93
4.21.	DERECHO DEL PROPIETARIO A RESCISIÓN DEL CONTRATO	93
4.22.	FORMA DE RESCISIÓN DEL CONTRATO POR PARTE DE LA PROPIEDAD	94
4.23.	DERECHOS DEL CONTRATISTA PARA CANCELAR EL CONTRATO	94
4.24.	CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	94
4.25.	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA	96
4.26.	PLAZO DE ENTREGA DE LAS OBRAS	96
4.27.	DAÑOS A TERCEROS	96
4.28.	POLICÍA DE OBRA	97
4.29.	ACCIDENTES DE TRABAJO	97
4.30.	RÉGIMEN JURÍDICO	98
4.31.	SEGURIDAD SOCIAL	99
4.32.	RESPONSABILIDAD CIVIL	99
4.33.	IMPUESTOS	100
4.34.	DISPOSICIONES LEGALES Y PERMISOS	100
4.35.	HALLAZGOS	101
	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	102
1.	OBJETO	102
2.	GENERALIDADES	102
3.	DEFINICIONES	104
3.1.	RADIACIÓN SOLAR	104
3.2.	INSTALACIÓN	104
3.3.	MÓDULOS	106
3.4.	INTEGRACIÓN ARQUITECTÓNICA	107
4.	COMPONENTES Y MATERIALES	109
4.1.	GENERALIDADES	109
4.2.	SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS	110
4.3.	ESTRUCTURA SOPORTE	112
4.4.	INVERSORES	114

4.5.	CABLEADO.....	117
4.6.	MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	118
5.	RECEPCIÓN Y PRUEBAS.....	118
6.	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....	119
6.1.	GENERALIDADES.....	119
6.2.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	120
6.3.	GARANTÍAS.....	122
6.3.1.	ÁMBITO GENERAL DE LA GARANTÍA.....	122
6.3.2.	PLAZOS.....	122
6.3.3.	CONDICIONES ECONÓMICAS.....	123
6.3.4.	ANULACIÓN DE LA GARANTÍA.....	124
6.3.5.	LUGAR Y TIEMPO DE LA PRESTACIÓN.....	124
	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES EN BAJA TENSIÓN....	125
1.	OBJETO.....	125
2.	CAMPO DE APLICACIÓN.....	126
3.	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	126
4.	CARACTERÍSTICAS, CALIDADES Y CONDICIONES GENERALES DE LOS MATERIALES ELÉCTRICOS.....	128
4.1.	DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	128
4.2.	COMPONENTES Y PRODUCTOS CONSTITUYENTES DE LA INSTALACIÓN.....	129
4.3.	CONTROL Y ACEPTACIÓN DE LOS ELEMENTOS Y EQUIPOS QUE CONFORMAN LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	129
4.4.	CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	131
4.5.	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	132
4.6.	IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	133
4.7.	TUBOS PROTECTORES.....	133
4.8.	CANALIZACIONES.....	136
4.9.	CUADROS ELÉCTRICOS.....	137
4.10.	APARAMENTA ELÉCTRICA.....	138
4.11.	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	138
4.12.	CIRCUITO O INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	139
5.	CONDICIONES DE LA EJECUCIÓN O MONTAJE DE LA INSTALACIÓN.....	139
5.1.	CONDICIONES GENERALES.....	139

5.2.	PREPARACIÓN DEL SOPORTE DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	140
5.3.	COMPROBACIONES INICIALES	141
5.4.	FASES DE LA EJECUCIÓN	141
5.4.1.	CUADROS ELÉCTRICOS	142
5.4.2.	CANALIZACIONES	142
5.4.3.	INSTALACIÓN DE LAS LÁMPARAS	144
5.4.4.	SEÑALIZACIÓN	144
5.4.5.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	145
6.	ACABADOS, CONTROL Y ACEPTACIÓN, MEDICIÓN Y ABONO	148
6.1.	ACABADOS	148
6.2.	CONTROL Y ACEPTACIÓN	148
6.3.	MEDICIÓN Y ABONO	150
7.	RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS	151
7.1.	RECONOCIMIENTO DE LAS OBRAS	151
7.2.	PRUEBAS Y ENSAYOS	152
8.	CONDICIONES DE MANTENIMIENTO Y USO	154
8.1.	CONSERVACIÓN	156
8.2.	REPARACIÓN. REPOSICIÓN	157
9.	INSPECCIONES PERIÓDICAS	157
9.1.	CERTIFICADOS DE INSPECCIONES PERIÓDICAS	157
9.2.	PROTOCOLO GENÉRICO DE INSPECCIÓN PERIÓDICA	158
9.3.	DE LA RESPONSABILIDAD DE LAS INSPECCIONES PERIÓDICAS	158
9.4.	INSPECCIONES PERIÓDICAS DE INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN	159
9.5.	DE LOS PLAZOS DE ENTREGA Y DE VALIDEZ DE LOS CERTIFICADOS DE INSPECCIÓN OCA	160
9.6.	DE LA GRAVEDAD DE LOS DEFECTOS DETECTADOS EN LAS INSPECCIONES DE LAS INSTALACIONES Y DE LAS OBLIGACIONES DEL TITULAR Y DE LA EMPRESA INSTALADORA	161
10.	CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO	163
10.1.	DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN	163
10.2.	DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA	163
10.3.	DE LA EMPRESA INSTALADORA O CONTRATISTA	164
10.4.	DE LA EMPRESA MANTENEDORA	164
10.5.	DE LOS ORGANISMOS DE CONTROL AUTORIZADO	166

ÍNDICE: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

1. CUADRO DE PRECIOS 1

2. CUADRO DE PRECIOS 2

3. PRESUPUESTO

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

MEMORIA

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

1.	HOJA DE IDENTIFICACIÓN	5
2.	RESUMEN	6
3.	ABSTRACT	7
4.	OBJETO	8
5.	OBJECTIVES	9
6.	ALCANCE	9
7.	SCOPE	9
8.	ANTECEDENTES	10
9.	NORMAS Y REFERENCIAS	12
5.1.	Disposiciones legales y normas aplicadas	12
5.2.	Programas de cálculo	12
5.3.	Bibliografía	13
10.	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	13
11.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	15
12.	EMPLAZAMIENTO	19
13.	SOLUCIÓN ESCOGIDA	20
13.1.	Módulos fotovoltaicos e inversores	20
13.1.	Estructura de soporte.....	25
13.2.	Cableado.....	27
13.3.	Cuadros y protecciones eléctricas	29
13.4.	Condiciones de la toma a tierra	31
13.5.	Mecanismo antivertido	33
13.6.	Cumplimiento ITC-BT-040 “Instalaciones generadoras de Baja Tensión”	34
13.7.	Mantenimiento de la instalación eléctrica	34
14.	ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO	35
15.	ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	35
16.	DIAGRAMA DE GANTT	36
17.	CONCLUSIONES	37
18.	CONCLUSIONS	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de una instalación de autoconsumo sin excedentes	8
Figura 2. Porcentajes de participación de las distintas fuentes y tecnologías en la producción de energía eléctrica bruta por islas para el año 2021. Fuente: Anuario Energético Canarias 2021	10
Figura 3. Potencia eléctrica instalada de origen renovable en Tenerife.	11
Figura 4. Evolución de la producción anual total de energía eléctrica fotovoltaica en Canarias, Gran Canaria y Tenerife. Fuente: Anuario Energético Canarias 2021. ..	11
Figura 5. Área de la cubierta.	20
Figura 6. Inversor SUN2000-50KTL-M3 de la marca HUAWEI.	21
Figura 7. Ubicación del cuarto donde van los inversores.....	22
Figura 8. Dimensiones del módulo fotovoltaico escogido.	23
Figura 9. Distribución de los paneles fotovoltaicos en la cubierta.....	25
Figura 10. Estructura EnnovaBloc 20°R.....	26
Figura 11. Representación de la división de zonas en función al viento.....	26
Figura 12. Conectores MC4.	28
Figura 13. Esquema realización equilibrio de cargas.....	30
Figura 14. Equipo antivertido ITR 2.0.....	33
Figura 15. Diagrama de Gantt.	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de las características de la planta.....	21
Tabla 2. Características del inversor elegido.	23
Tabla 3. Características de los módulos solares elegidos.	24
Tabla 4. Resumen de la configuración seleccionada para cada entrada de los inversores.	24

1. HOJA DE IDENTIFICACIÓN

PROYECTO
<u>Título:</u> Diseño de una planta de generación eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica para una industria en Canarias
PETICIONARIO
<u>Nombre:</u> Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado de la Universidad de La Laguna <u>Dirección:</u> Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, SN. Edificio Calabaza - AN.2D Apdo. 456 38200 San Cristóbal de La Laguna <u>Teléfono:</u> 922 31 72 70 <u>Correo electrónico:</u> decaedyp@ull.es
AUTORA
<u>Nombre:</u> Elena Pérez Alonso <u>Correo electrónico:</u> elenaperezalonso99@gmail.com
TUTOR
<u>Nombre:</u> José Francisco Gómez González <u>Correo electrónico:</u> jfcgomez@ull.edu.es

2. RESUMEN

El objetivo general de este trabajo, consiste en el diseño de una instalación fotovoltaica de 275kWp en la isla de Tenerife, con el fin de desarrollar las competencias adquiridas durante la realización del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Este documento forma parte de la asignatura Trabajo de Fin de Máster, por lo que será evaluado en el ámbito académico y tramitado en la Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado, para la obtención del título que habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero superior Industrial

La motivación para la realización de este proyecto surge del rápido crecimiento que ha tenido la energía fotovoltaica en Canarias en los últimos, que ya se ha posicionado como la segunda energía renovable más empleada en las islas, por detrás de la energía eólica. Debido a la creciente necesidad de avanzar hacia un modelo energético más sostenible y respetuoso con el medioambiente.

Este proyecto aborda el diseño de una instalación fotovoltaica para una industria en la isla de Tenerife. Partiendo del emplazamiento propuesto, con sus condiciones y limitaciones, se estudia la mejor solución para este caso en concreto, dimensionando toda su instalación.

En resumen, este proyecto pretende abordar, desde un punto de vista académico, los aspectos más importantes que forman parte del proceso de diseño de una instalación de generación de energía eléctrica a partir de energía fotovoltaica.

3. ABSTRACT

The general objective of this work consists of the design of a 275kWp photovoltaic installation on the island of Tenerife, with the aim of developing the skills acquired during the Master's Degree in Industrial Engineering. This document is part of the subject End of Master's Degree Project, so it will be evaluated in the academic field and processed in the School of Doctorate and Postgraduate Studies, to obtain the degree that enables the exercise of the profession of Industrial Engineering.

The motivation for this project arises from the rapid growth of photovoltaic energy in the Canary Islands in recent years, which has already positioned itself as the second most used renewable energy in the islands, after wind energy. Due to the growing need to move towards a more sustainable and environmentally friendly energy model.

This project deals with the design of a photovoltaic installation for an industry on the island of Tenerife. Starting from the proposed site with its conditions and limitations, the best solution for this specific case is studied by dimensioning the entire installation.

In summary, this project aims to address, from an academic point of view, the most important aspects that form part of the design process of a photovoltaic power generation facility.

4. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño, la justificación y el cálculo de una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 250 kW nominales para la generación de energía eléctrica en régimen de **Autoconsumo sin excedentes** para una industria ubicada en Tenerife. Ver en la Figura 1, el esquema que sigue una instalación de estas características .

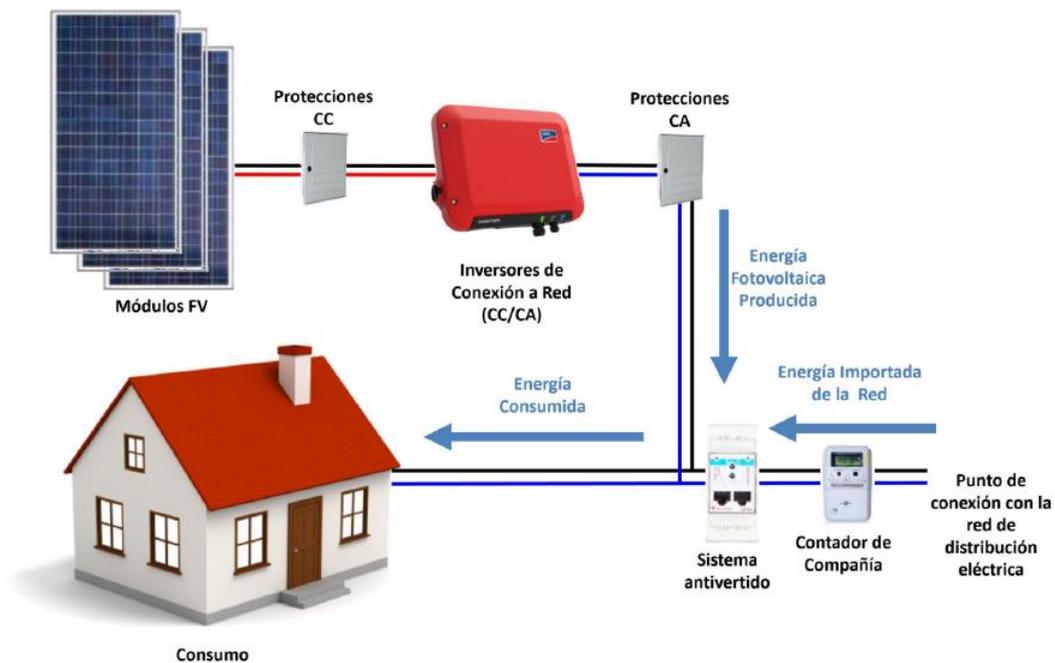


Figura 1. Esquema de una instalación de autoconsumo sin excedentes

Los principales objetivos del proyecto son:

- ✓ Disminuir el coste energético (eléctrico) de esta industria.
- ✓ Reducir la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera.

Para ello, se da una definición clara y completa de los componentes que conforman la instalación incluyendo la memoria, los planos, el pliego de condiciones técnicas y la valoración económica de la actuación.

5. OBJECTIVES

The purpose of this project is the design, justification and calculation of a 250 kW nominal self-consumption photovoltaic installation for the generation of electrical energy in a self-consumption regime without surplus for an industry located in Tenerife. See in Figura 1, the scheme that follows an installation of these characteristics.

The main objectives of the project are:

- ✓ To reduce the energy cost (electricity) of this industry.
- ✓ To reduce the amount of CO₂ emitted into the atmosphere.

To this end, a clear and complete definition is given of the components that make up the installation, including the report, the plans, the technical specifications and the economic valuation of the action.

6. ALCANCE

En este proyecto se diseña y calculan los equipos e instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de una instalación fotovoltaica.

El contenido del presente documento se encuadra dentro del ámbito de la ingeniería industrial, concretamente en torno al diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica para autoconsumo con conexión a red sin excedentes para una edificación de uso secundario.

Su alcance se limita al diseño y análisis de la instalación, objeto del presente trabajo. Orientado exclusivamente al ámbito académico, no tratándose en ningún caso de un proyecto de ejecución o un proyecto básico.

7. SCOPE

This project designs and calculates the equipment and installations necessary for the correct operation of a photovoltaic installation.

The content of this document is framed within the field of industrial engineering, specifically around the design and calculation of a photovoltaic installation for self-consumption with connection to the grid without surplus for a secondary use building.

Its scope is limited to the design and analysis of the installation, which is the subject of this work. It is exclusively oriented towards the academic field, and is not in any way an execution project or a basic project.

8. ANTECEDENTES

La instalación se dispone en la cubierta de la nave de una industria ubicada en un Polígono Industrial perteneciente al municipio de Santa Cruz de Tenerife.

Este proyecto busca mejorar el aprovechamiento de los recursos energéticos solares de esta región.

La participación de la energía renovables en la producción de energía eléctrica bruta para la isla de Tenerife en el año 2021, como se puede ver en la Figura 2, representa el 21% con respecto al total de la demanda eléctrica en términos de la energía bruta.

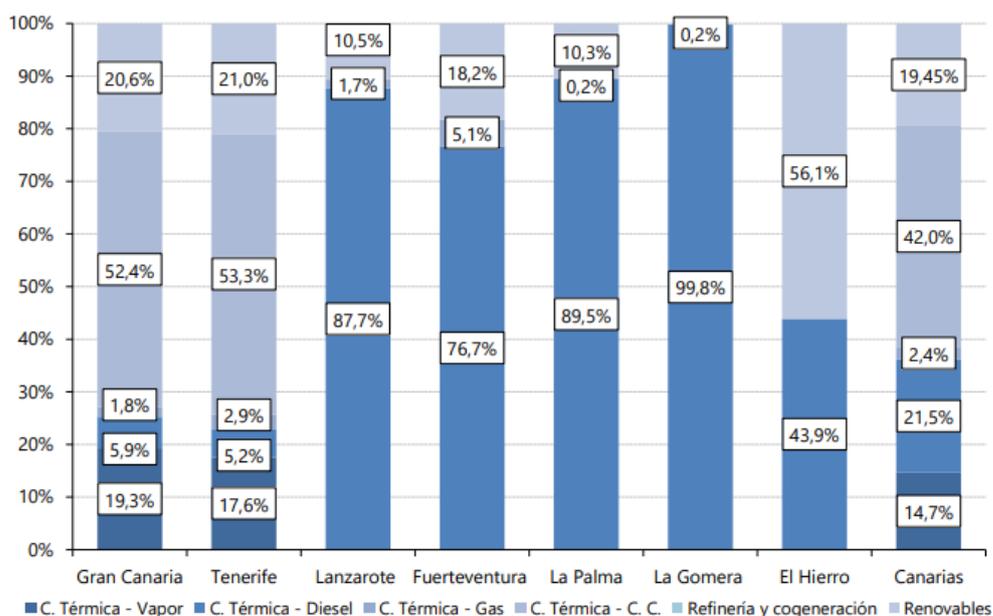


Figura 2. Porcentajes de participación de las distintas fuentes y tecnologías en la producción de energía eléctrica bruta por islas para el año 2021. Fuente: Anuario Energético Canarias 2021

Actualmente, en Tenerife se apuesta sobre todo por la energía eólica. Siendo la energía renovable con mayor porcentaje de potencia eléctrica instalada, concretamente, más del 60%. Seguida de las instalaciones fotovoltaicas que representan un 38,36% con respecto al total de la potencia renovable instalada en Tenerife. Sin embargo, en autoconsumo es más utilizada este tipo de energía.

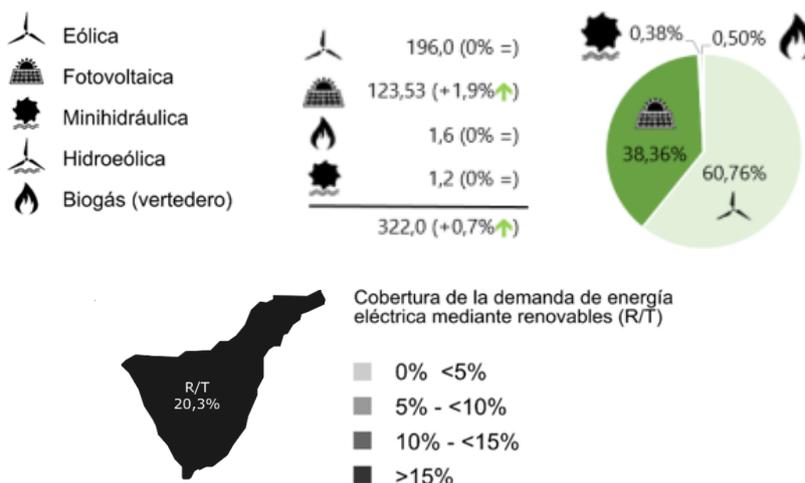


Figura 3. Potencia eléctrica instalada de origen renovable en Tenerife.

Como se puede observar en la Figura 4, esta tendencia sufrió un gran aumento entre el año 2007 y 2009, estabilizando su crecimiento hasta 2013 pues a partir de este año, la producción anual de energía eléctrica fotovoltaica en Tenerife se ha mantenido prácticamente constante.

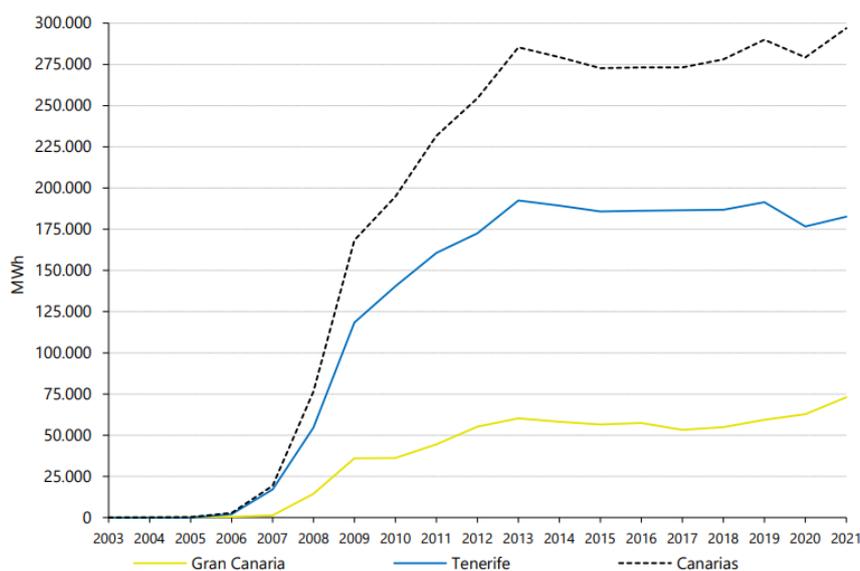


Figura 4. Evolución de la producción anual total de energía eléctrica fotovoltaica en Canarias, Gran Canaria y Tenerife. Fuente: Anuario Energético Canarias 2021.

9. NORMAS Y REFERENCIAS

5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

UNE-HD-60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

UNE 157001: Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

ITC-BT-18: Puesta a tierra.

ITC-BT-19: Prescripciones generales de las instalaciones interiores o receptoras.

ITC-BT-22: Protección contra sobrintensidades.

ITC-BT-23: Protección contra sobretensiones.

ITC-BT-24: Protección contra los contactos directos e indirectos.

ITC-BT-40: Instalaciones Generadoras de Baja Tensión

5.2. Programas de cálculo

Arquímedes. Es un software desarrollado por CYPE que se utiliza para la realización de presupuestos, mediciones y control de costes en proyectos.

Sunny Design. Programa de diseño de sistemas fotovoltaicos desarrollado por SMA Solar Technology. Permite simular y optimizar la instalación de paneles solares, dimensionando el sistema y calculando su rendimiento.

Microsoft Excel. Hoja de cálculo de la empresa Microsoft que se ha utilizado para llevar a cabo distintos cálculos. Como por ejemplo, dimensionar las líneas eléctricas, o estudiar la estructura de soporte necesaria para que los paneles fotovoltaicos soporten el viento.

AutoCAD. Software de la empresa Autodesk que permite el diseño asistido por ordenador de dibujo 2D y modelado 3D. Se ha utilizado para el trazado de los planos del proyecto.

GRAFCAN. Visor gratuito de mapas de las islas Canarias. Se ha empleado para la obtención de los datos geométricos de la cubierta.

PVGIS. Es un sistema de información geográfica fotovoltaica. Proporciona estimaciones del rendimiento de sistemas solares en ubicaciones específicas.

5.3. Bibliografía

A.Luque, A. Martí. "Las células solares: un recorrido desde la tecnología clásica a la tercera generación". Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas, 2009.

e4e-soluciones. (2022, Enero 15). Mejores marcas de paneles solares en 2022. Blog de Eficiencia Energética. Recuperado de <https://www.e4e-soluciones.com/blog-eficiencia-energetica/mejores-marcas-paneles-solares-2022> (última revisión: Junio 28, 2022).

Gobierno de Canarias, Anuario energético de canarias 2021.

Prysmian Group, El libro blanco de la instalación. Manual Técnico y práctico de cables y accesorios para Baja Tensión. 2023.

IDAE. (2021). Guía de la Energía Solar Térmica.

Endesa. Especificaciones Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. (NRZ 102) (2017)

10. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- kW: Kilovatio
- A: Amperio
- V: Voltaje
- 3.0 TD: Tarifa de los contratos que tienen una potencia contratada > 15 kW y BT
- MPPT: Maximum Power Point Tracking (seguidor del punto de máxima potencia)

- UE: Unión Europea
- UNE: Una Norma Española
- BOE: Boletín Oficial del Estado
- RD: Real Decreto
- REBT: Reglamento electrotécnico de Baja Tensión
- ISO: International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
- AENOR: Asociación Española de Normalización y Certificación
- ITC-BT: Inspección Técnica Complementaria del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- CTE: Código técnico de la Edificación
- CTE DB-SE-AE: Documento Básico de Acciones en la edificación
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- EPI: Equipo Protección Individual
- IGIC: Impuesto General Indirecto Canario
- CGMP: Caja General de Mando y Protección
- LGA: Línea General de Alimentación
- ICP: Interruptor de Control de Potencia
- DI: Derivación individual
- IEC: Comisión Internacional Electrónica.
- PVGIS: Photovoltaic Geographical Information System (Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica)

11. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

La instalación a continuación descrita, cuenta con módulos fotovoltaicos e inversores seleccionados en base a la investigación previa del mercado existente.

Comenzando por la definición de un panel fotovoltaico, se entiende como un conjunto de células fotovoltaicas interconectadas entre sí protegidas del exterior por una estructura compuesta básicamente por un vidrio y un marco rígido.

Las células fotovoltaicas son unos elementos que, gracias a las propiedades del silicio, permiten transformar la radiación solar en energía eléctrica a muy baja tensión mediante el efecto fotovoltaico.

El panel fotovoltaico tiene la función de agrupar todas estas pequeñas tensiones generadas para proporcionar una tensión nominal más alta al sistema.

En función de la tecnología constructiva utilizada en la fabricación de las placas solares fotovoltaicas, podemos clasificar los paneles solares fotovoltaicos en diversos tipos, entre el que se encuentra el empleado para el presente proyecto, módulos monocristalinos.

La superficie de las placas solares monocristalinas se distingue claramente del resto de tecnologías constructivas debido a que se dispone de diversas células fotovoltaicas (de forma cuadrada con las esquinas biseladas) y conectadas en serie sobre una base polimérica de color blanco.

Las células fotovoltaicas monocristalinas se fabrican a partir de un único cristal de silicio, con forma de cilindro alargado, sobre el que posteriormente se cortan secciones para obtener las células fotovoltaicas monocristalinas.

Las células monocristalinas han sido generalmente las células fotovoltaicas de mayor rendimiento, aunque hoy en día la diferencia en rendimiento con la tecnología

policristalina es muy pequeña. Los rendimientos comerciales de los paneles fotovoltaicos monocristalinos se hallan entre el 15% y 20%.

Las desventajas de los paneles solares monocristalinos son que son más caros, más pesados y que no trabajan demasiado bien con sombreados parciales.

Para evaluar las mejores marcas que existen actualmente en el mercado, se analizan las principales certificaciones de calidad que hayan obtenido las marcas.

La Comisión Internacional Electrotécnica (IEC) es una organización sin fines de lucro a nivel mundial, encargada de mantener la infraestructura de calidad y facilitar el comercio internacional de productos eléctricos y electrónicos. Las Normas Internacionales IEC abarcan todos los aspectos de la cadena de energía, desde la generación hasta el uso final. Estas normas se aplican a la evaluación de dispositivos, equipos y sistemas eléctricos y electrónicos utilizados tanto en la industria como en entornos públicos y privados.

Específicamente, las normas IEC se encargan de verificar las cualidades técnicas y eléctricas de los paneles solares y otros componentes de sistemas fotovoltaicos. Para llevar a cabo estas comprobaciones, las certificaciones de la IEC se basan en estándares técnicos uniformes para todos los fabricantes. Es importante destacar que la IEC no certifica directamente los equipos, sino que establece los estándares que las instituciones de certificación deben aplicar al evaluar la calidad de un producto específico.

Concretamente se establecen cuatro normativas IEC para placas solares. Estas son:

- IEC 61215: Esta norma establece los requisitos para evaluar el diseño y la homologación de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cubre tanto los paneles monocristalinos como los policristalinos

y realiza pruebas eléctricas, mecánicas y meteorológicas para garantizar su idoneidad en entornos exteriores a largo plazo.

- IEC 61701: Esta norma se enfoca en probar la resistencia a la corrosión por niebla salina de los paneles solares. Define seis niveles de resistencia, donde el nivel más alto implica someter los paneles a condiciones extremas. Esta norma es particularmente relevante para instalaciones ubicadas en áreas costeras.
- IEC 62716: Esta norma establece los estándares para evaluar la resistencia a la corrosión por amoníaco en entornos húmedos. Es aplicable a paneles solares utilizados en instalaciones relacionadas con la cría de aves y el ganado.
- IEC 61730: Esta norma establece requisitos para módulos fotovoltaicos terrestres con una tensión máxima de sistema de corriente directa de 1.500 V. Evalúa la calidad de construcción de los paneles y también evalúa su seguridad eléctrica, mecánica, térmica y su resistencia al fuego.

Bloomberg New Energy Finance (BNEF) es una empresa líder en investigación y análisis de energías renovables, que proporciona información y análisis sobre diversos sectores, como energía solar, eólica y almacenamiento de energía. Sus informes son utilizados para tomar decisiones estratégicas e invertir en el sector energético. Además, BNEF emite la clasificación Tier-1, que evalúa la calidad y solidez financiera de los fabricantes de paneles solares. Esta clasificación se basa en criterios como capacidad de producción, estabilidad financiera y calidad de los productos, y es considerada importante para los compradores y desarrolladores de proyectos solares al seleccionar proveedores fiables.

El ranking Tier 1 de BNEF muestra que ocho de las diez principales marcas de paneles solares son asiáticas y dos son norteamericanas. Longi, una de las marcas

destacadas, es líder en tecnología solar y suministra más de 30 GW de paneles solares anualmente a nivel mundial. Fundada en 2000 en China, tiene activos por más de 14.206 mil millones de dólares. Sus módulos, han alcanzado una eficiencia récord del 24,06%.

Por todo ello, se ha elegido un módulo de esta marca, Longi, concretamente el modelo LR5-72HPH 525-550M que cuenta con el sello CE, y la certificación IEC 61215 y la IEC 61730. Lo cual significa que por un lado ha superado pruebas a nivel eléctrico, pruebas mecánicas y meteorológicas así como supera la evaluación de la calidad de la construcción del panel.

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

Actualmente en el mercado existen muchas marcas que venden inversores como son SMA, Fronius, Huawei entre otras. En este caso, se opta por un inversor de la marca Huawei porque ofrecen beneficios significativos en la elección de un inversor para una instalación fotovoltaica. Entre los beneficios se incluyen alta eficiencia y rendimiento, gracias a su capacidad para aprovechar al máximo la energía solar generada. Huawei también se destaca por su tecnología avanzada, como sistemas de seguimiento máximo de potencia (MPPT) duales y algoritmos de control inteligente.

Además, los inversores Huawei son reconocidos por su confiabilidad y durabilidad, respaldados por altos estándares de calidad y una garantía confiable. También se destacan por su integración y capacidad de monitoreo avanzado, permitiendo un seguimiento en tiempo real y una gestión eficiente de la energía generada.

La marca Huawei ofrece un sólido soporte técnico y servicio postventa, brindando asistencia y mantenimiento a los propietarios de sistemas fotovoltaicos en

diferentes países. Estos beneficios en conjunto hacen que los inversores Huawei sean una opción atractiva para aquellos que buscan un rendimiento óptimo y un respaldo confiable en su instalación fotovoltaica.

Huawei destaca como una de las líderes en ventas de inversores debido a su capacidad para ofrecer productos de alta calidad a precios competitivos. Además, al comparar un inversor de Huawei con otro de características similares de Fronius, es probable que el precio sea significativamente más elevado.

12. EMPLAZAMIENTO

En este proyecto se utilizan datos reales facilitados por una empresa canaria. Para cumplir con la ley de Protección de Datos se mantiene el nombre de la empresa en el anonimato. Se trata de una industria alimentaria con varias delegaciones en España.

Durante la semana, de lunes a viernes, la fábrica está en pleno funcionamiento, con todas las líneas de producción operativas y los empleados trabajando en turnos para mantener la producción constante. La fábrica cuenta con diferentes departamentos, como el área de producción, donde se lleva a cabo la fabricación de los productos utilizando maquinaria y equipos especializados. También tiene un departamento de control de calidad, donde se realizan pruebas y verificaciones para garantizar que los productos cumplan con los estándares establecidos. Sin embargo, los fines de semana la fábrica se detiene para llevar a cabo actividades de mantenimiento y limpieza. Durante estos días, se realiza el mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos, se llevan a cabo reparaciones necesarias y se realiza una limpieza exhaustiva de las instalaciones.

El personal de mantenimiento realiza inspecciones periódicas y lleva a cabo tareas de mantenimiento programadas para asegurar el buen funcionamiento de las instalaciones y prevenir posibles averías o interrupciones en la producción.

Se trata de una edificación con una cubierta plana y con inclinación nula. En la siguiente imagen se muestra la cubierta con una superficie total de 2500 m².



Figura 5. Área de la cubierta.

La edificación tiene una cubierta de hormigón. Lo cual ofrece ventajas en términos de resistencia, durabilidad, estabilidad estructural para la colocación de los paneles fotovoltaicos

13. SOLUCIÓN ESCOGIDA

13.1. Módulos fotovoltaicos e inversores

La instalación está formada por 500 módulos fotovoltaicos y tres inversores sumando una potencia pico en la instalación de 275 kWp y una potencia nominal de 250 kWn.

Concretamente, la potencia nominal de la planta es de 250 kW, siendo esta la suma de las potencias nominales de los inversores instalados, sumando cinco unidades de la marca HUAWEI, modelo SUN2000-50KLT-M3 con una potencia nominal individual de 50kW, 8 strings y 4 seguidores del MPP.

Tabla 1. Resumen de las características de la planta.

Potencia nominal de la planta	250 kWn
Potencia nominal por inversor	50 kWn
Número de inversores	5 unidades
Potencia pico de la instalación	275 kWp
Potencia del panel	550 W
Número de módulos solares fotovoltaicos	500 unidades

Los inversores propuestos son de la marca Huawei, en concreto el modelo SUN2000-50KTL-M3, indicados para aplicaciones fotovoltaicas conectadas a red, trifásico y completamente autónomo. Se conecta por un lado al conjunto de paneles fotovoltaicos de los que recibe la energía eléctrica en forma de tensión continua y por otro al cuadro de salida a la red eléctrica en corriente alterna.



Figura 6. Inversor SUN2000-50KTL-M3 de la marca HUAWEI.

Los 5 inversores van situados en un cuarto dispuesto en la última planta del edificio como se puede ver en la Figura 7. La estancia es de 2x7 metros y encuentra ubicada justo debajo de la cubierta. Se aprovecha esta sala en la que se encuentra el cuadro general de mando y protección de la fábrica. Este lugar está ventilado para facilitar la entrada de aire y permite la refrigeración de los inversores.

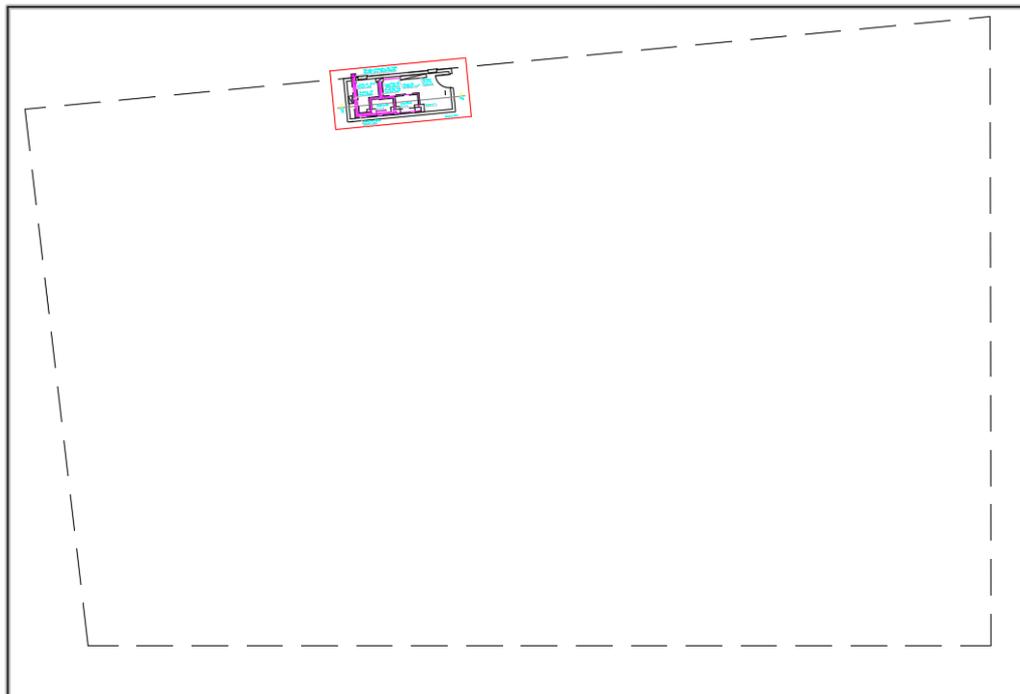


Figura 7. Ubicación del cuarto donde van los inversores.

La operación de los inversores está totalmente automatizada. En cuanto sale el sol y los módulos solares generan suficiente potencia, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red. Con radiación solar suficiente el convertidor solar inicia la alimentación.

Además, permiten la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red.

Los inversores elegidos, cumplen con todos los requisitos de preparación de tensión reactiva, gestión de inyección y apoyo de red y, por lo tanto, contribuyendo eficazmente a la gestión de la red. Cuenta con un fusible String electrónico y el descargador de sobretensión de CC (tipo II) integrable permiten la máxima disponibilidad. Por lo tanto, cada uno de los inversores viene equipado con sus protecciones. Se exponen a continuación las principales características del inversor a instalar.

Tabla 2. Características del inversor elegido.

Inversor	
Rendimiento máximo	98,5%
Tipo de protección	IP66
Cantidad de seguidores del MPP independientes/ Strings por seguidor del MPP	4/2
Categoría de sobretensión	CA: III; CC: II
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	640 x 530 x 270 mm
Peso	49 kg

Por otro lado, la potencia máxima de la planta viene dada por la potencia pico del campo fotovoltaico, la cual se generará en el momento óptimo de radiación solar y temperatura.

En este caso, se instalarán 500 unidades de módulos de la marca LONGI LR5-72HPH 550W HIMO5 cuya potencia máxima es de 550 Wp. Con unas dimensiones de 2.256 x 1133 x 35mm y 27,2 kg de peso, por lo que la superficie efectiva total de módulos será aproximadamente de 1.278,03 m².

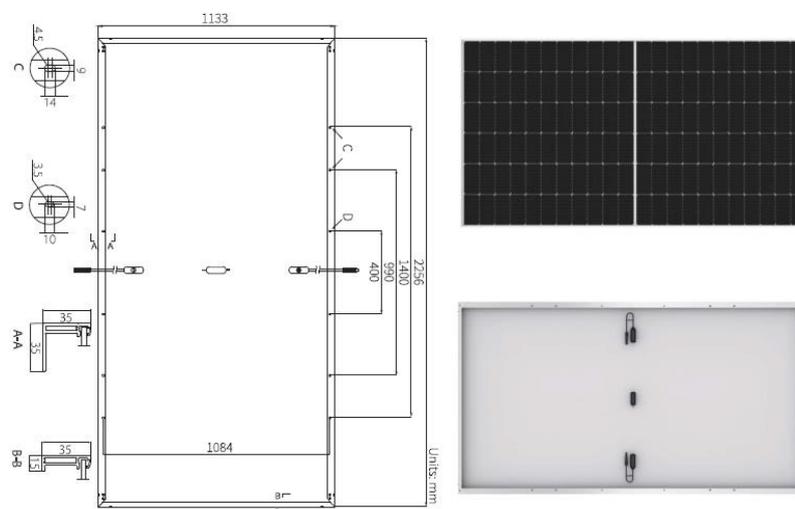


Figura 8. Dimensiones del módulo fotovoltaico escogido.

La tecnología del módulo fotovoltaico empleado es la Mono Perc de 144 (6x24) células monocristalinas, del fabricante Longi Solar, modelo LR5-72HPH-550M de 550 Wp, cuyas principales características técnicas son las siguientes:

Tabla 3. Características de los módulos solares elegidos.

Módulo Longi Solar, modelo LR5-72HPH de 550 Wp	
Potencia individual de los módulos	550 W
Eficiencia	21,3%
Tipo de célula fotovoltaica	144 (6x24) células monocristalinas
Dimensiones módulo fotovoltaico	2.256 x 1.133 x 35 mm
Peso	27,20 kg

En los anexos de este documento, se puede encontrar tanto la ficha técnica de los módulos solares, como de los inversores empleados.

La conexión de los paneles a los inversores se ha llevado a cabo ubicando 100 módulos para cada inversor, dando lugar a los 500 módulos totales que se ocupan en esta instalación (ver Figura 9). Se utiliza un total de seis entradas por inversor y en cada una de ellas se ubican de entre 16 a 18 paneles en total conectados en serie. No se dispone de conexiones en paralelo entre las cadenas de los módulos.

En la *Tabla 4*, se muestra en modo esquemático la configuración para cada entrada del inversor, así como la potencia pico y nominal por cada uno de ellos.

Tabla 4. Resumen de la configuración seleccionada para cada entrada de los inversores.

Configuración	HUAWEI SUN2000-50KTL-M3				
Entrada 1	1x16	1x16	1x16	1x16	1x16
Entrada 2	1x16	1x16	1x16	1x16	1x16
Entrada 3	1x16	1x16	1x16	1x16	1x16
Entrada 4	1x16	1x16	1x16	1x16	1x16
Entrada 5	1x18	1x18	1x18	1x18	1x18
Entrada 6	1x18	1x18	1x18	1x18	1x18
Potencia pico	55kWp	55k0Wp	55kWp	55kWp	55kWp
Potencia nominal	50 kWn				

Para sacarle el máximo partido a los módulos, es importante evaluar la disposición más conveniente de los paneles, se ha hecho un análisis reflejado en el Anexo de cálculo donde se muestra 5 disposiciones posibles de los módulos comparando la generación anual de energía y la relación existente entre el número de paneles utilizados frente a la producción de energía obtenida con los mismo. En base a estos dos criterios, finalmente se ha optado por una distribución de los paneles con una inclinación de 20° y un azimut de 0° . En total, los 500 paneles que caben en la cubierta cumpliendo con estas condiciones pueden llegar a una producción anual de 466 MWh al año considerando las coordenadas del lugar.

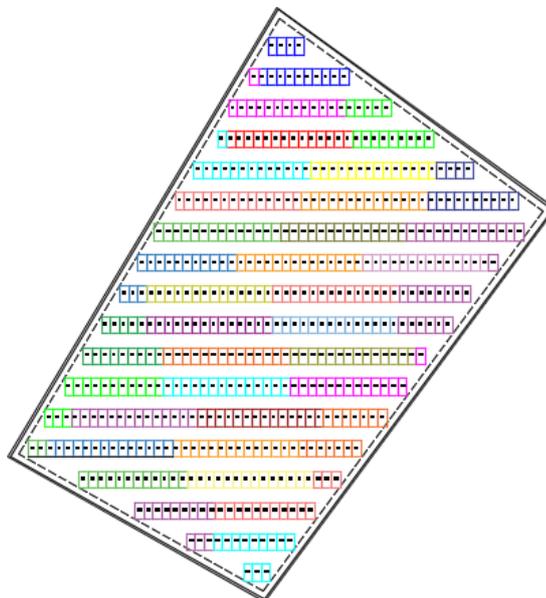


Figura 9. Distribución de los paneles fotovoltaicos en la cubierta.

13.1. Estructura de soporte

La estructura fotovoltaica es la encargada de sustentar los módulos fotovoltaicos y dar a los mismos la inclinación elegida (20°). En este caso, se propone la marca ENNOVA, concretamente el modelo EnnovaBloc $20^\circ R$ pues permite fijar los paneles directamente sin necesidad de realizar cimentación ni montar estructura metálica. Esta gama se caracteriza por ser de hormigón reforzado, por lo que tienen una alta densidad y resistencia a los agentes químicos y atmosféricos consiguiendo una gran durabilidad.



Figura 10. Estructura EnnovaBloc 20°R

En el documento de ANEXOS, se refleja el cálculo llevado a cabo para la comprobación de esta estructura como soporte y contrapeso para los módulos seleccionados, contrarrestando las posibles cargas de viento que se pueden originar en los paneles solares. En base a los cálculos se establecen dos tipos de contrapesos en función a la ubicación del panel en la zona de la cubierta como se muestra en la Figura 11.

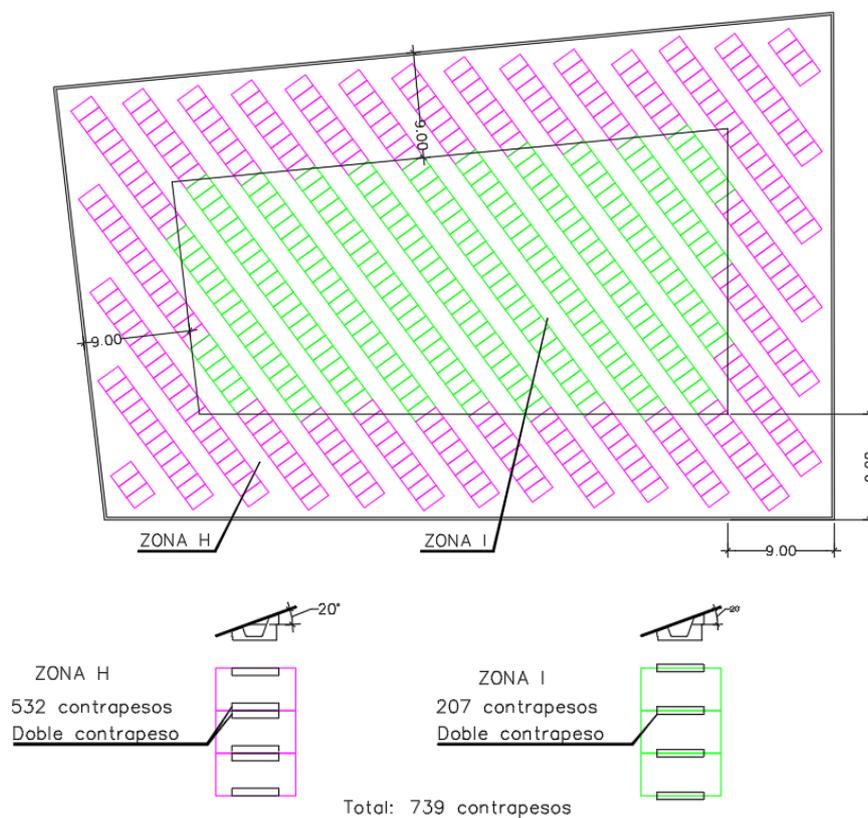


Figura 11. Representación de la división de zonas en función al viento.

Los paneles pertenecientes a la zona I, están ubicados en la perimetro de la cubierta y son 281 paneles de los 500 que hay en total. Estos requieren de un contra peso doble por panel al tratarse de la zona más crítica de la cubierta. Sin embargo, para los paneles ubicados en la zona I, siendo los restantes 219 paneles sólo requieren de un contrapeso por panel.

Para evitar sombras en los paneles, se calcula la distancia mínima que tiene que haber entre las filas de paneles. Dependiendo de la latitud del lugar, las dimensiones del panel, en concreto, su longitud y del ángulo del panel sobre la horizontal, es decir, su inclinación. En función de estos valores, se obtiene una distancia recomendada de 1,8 metros. Este cálculo se puede comprobar con mayor detalle en el Anexo IV. Análisis de disposición.

13.2. Cableado

Desde los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor, la instalación es en corriente continua. Sin embargo, a la salida del inversor, la instalación es trifásica en corriente alterna.

La red de distribución de CC discurrirá desde el generador hasta los inversores pasando por el cuadro de CC. Dispuesta sobre una bandeja plástica perforada pues este tipo de colocación permite la disipación del calor.

Los conductores serán unipolares de cobre con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE). Este material termoestables resulta adecuado para soportar la acción de la intemperie pues su temperatura de servicio llega hasta los 90°C. Se propone para esta parte de la instalación el uso del cable PRYSMIAN PRYSOLAR H1Z2Z2-K de 1,0/1,0 kV de tensión asignada. Está especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas tanto de interior como de exterior. Se dimensiona la sección estableciendo una caída de tensión máxima de un 1,5% cumpliendo con lo requerido en la ITC-BT-040 del REBT y además, comprobando que la corriente que pasa por el conductor, es inferior a la intensidad máxima admisible del

conductor. En base a estos criterios, se establece una sección de los cables de esta parte de la instalación de $2 \times 6 \text{ mm}^2$. Estos cálculos eléctricos, se pueden verificar en el documento de Anexo con los cálculos adjuntos.

Tanto el cuadro de CC, como el cuadro de CA y los inversores, se encuentran en una habitación ubicada debajo de la cubierta. Esto es así para facilitar la conexión con el CGMP de la propia instalación. Para mayor detalle, ver la distribución del habitáculo en el documento PLANOS.

La red de distribución de CA discurrirá desde los inversores hasta el cuadro eléctrico fotovoltaico de corriente alterna. Desde ahí partirán las 5 líneas (una por inversor) hasta el CGMP de la edificación. Los conductores discurrirán por bandejas perforadas desde el cuadro eléctrico fotovoltaico. En este caso, se opta por un cable denominado AFUMEX CLASS 1000V RZ1-K (AS). También se trata de un cable con conductor de cobre y aislamiento de XPLE (material termoestable) cuya reacción al fuego es de Cca –s1b, d1, a1. Se dimensiona la sección estableciendo una caída de tensión máxima de un 1,5% y además, comprobando que la corriente que pasa por el conductor, es inferior a la intensidad máxima admisible del conductor. Cumpliendo con ello, se establece un cable de sección 35 mm^2 .

Se utilizarán conectores MC4 reflejados en la Figura 12, para realizar las conexiones en la parte de corriente continua y para la parte de corriente alterna las conexiones se realizarán mediante punteras y terminales.



Figura 12. Conectores MC4.

13.3. Cuadros y protecciones eléctricas

Las protecciones se ubican en tres cuadros, dos de corriente continua y uno de corriente alterna. Todos ellos ubicados en la sala debajo de la cubierta.

Cuadro 1 de corriente continua:

Se dimensiona para este cuadro, una envolvente modular de 5 filas con hueco para 24 módulos en cada una de ellas. Este cuadro abarca las protecciones de los dos primeros inversores. Se dispone de 24 fusibles, cada uno con su portafusible para proteger el cable positivo y negativo de la instalación por ello se utilizan dos protecciones por string. El fusible elegido es de clase gPV con una corriente nominal de 25 A y una tensión en corriente continua de 1000V.

Los inversores elegidos ya disponen de una protección sobretensiones de tipo 2, ubicado en una zona independiente y blindada dentro del inversor. Sin embargo, para mayor protección, se instala también una protección de sobretensiones contra rayos en corriente continua para cada cadena (12 en total). Además, con el fin de poder facilitar las maniobras necesarias en caso de reparación o mantenimiento, se añade 12 seccionadores a este cuadro para poder desconectar cada string de forma independiente.

Cuadro 2 de corriente continua:

Este cuadro dispone de 7 filas con hueco para 24 módulos en cada una de ellas. Este cuadro abarca las protecciones de los tres restantes inversores. Se dispone de 36 fusibles, cada uno con su portafusible para proteger el cable positivo y negativo de la instalación por ello se utilizan dos protecciones por string. El fusible elegido es el mismo que el ubicado en el cuadro de corriente continua 1. Es de clase gPV con una corriente nominal de 25 A y una tensión en corriente continua de 1000V.

También se dispone de una protección sobretensiones de tipo 2, en cada una de las cadenas (18 en total). Además, con el fin de poder facilitar las maniobras

necesarias en caso de reparación o mantenimiento, se añade 18 seccionadores a este cuadro para poder desconectar cada string de forma independiente.

Cuadro de corriente alterna:

Por otro lado, a la salida de los inversores se ubica el cuadro de protección de corriente alterna. Dispuesto por 5 interruptores magnetotérmicos iguales (uno por inversor). Con 4 polos, de curva C, cuya corriente nominal de 100 A y un poder de corte de 1kA. De la misma forma, se instalan cinco diferenciales iguales de cuatro polos, tipo A y con una sensibilidad de 300 mA al tratarse de una industria. La intensidad nominal de esta protección es de 100 A. Además, para poder desconectar cada línea de salida de los inversores por separado si fuera necesario, se incluye para cada una de ellas, un interruptor seccionador siendo 5 en total de 4P y una corriente nominal de 100 A.

Dentro de este mismo cuadro, se ubica un embarrado colector de las cinco salidas que sale cada una de un inversor para poder hacer una conexión equilibrada tal y como se muestra en la Figura 13. Dando lugar a una única línea que da entrada al CGMP de la fábrica.

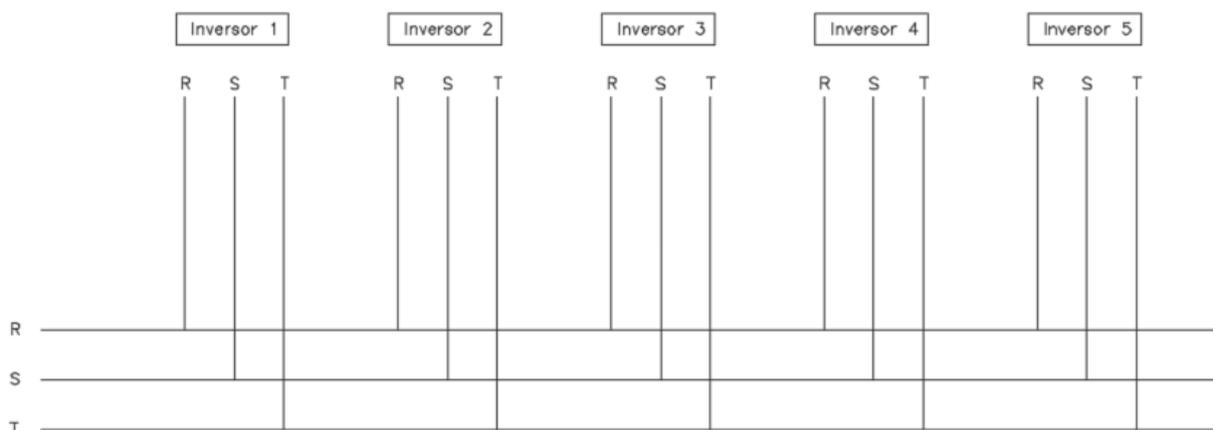


Figura 13. Esquema realización equilibrio de cargas.

Esta línea está protegida por un interruptor automático de 4P, 400 A y un poder de corte de 200kA. Este interruptor, se considera el seccionador general de la instalación generadora de energía.

13.4. Condiciones de la toma a tierra

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

Se instalará una toma de tierra para conectar a tierra las masas metálicas de todos los equipos. Para asegurar un buen contacto con la tierra de las masas de la instalación, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.

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

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La red de tierras debe estar realizada mediante picas de cobre. La configuración de estas será redonda y de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno, evitando que la pica sufra desperfectos durante su colocación.

Según el RD 1699/2011, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión:

- La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
- La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.
- Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de las del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

Se van a realizar dos tomas de tierra, que irán a la misma puesta a tierra, de tal forma que:

1. Lado corriente continua: Se instalará un conductor desde la toma de tierra (línea principal tierra) el cual alimentará a los conductores de protección que se conectarán a cada uno de los bloques de módulos. Se interconectarán con cable de cobre aislado de 6 mm^2 , conforme a lo indicado en la ITC-BT-18.
2. Lado corriente alterna: Se instalará un conductor principal de tierra desde la toma de tierra hasta el cuadro de protección, que alimentará los cables de protección que se conectarán a cada uno de los inversores. Este cable tendrá una sección de 25 mm^2 .

La instalación se hará siempre de acuerdo con las condiciones de puesta a tierra de la red definidas por la empresa distribuidora; garantizando de este modo que no se producirán transferencias de defectos a la red de distribución.

13.5. Mecanismo antivertido

Con la salida de Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, se establece que en las instalaciones de autoconsumo sin excedentes será necesario la instalación de un mecanismo antivertido que impida la inyección de energía excedentaria a la red de transporte o de distribución.

Este dispositivo deberá cumplir con la normativa de calidad y seguridad industrial que le sea de aplicación y, en particular, en el caso de la baja tensión con, lo previsto en la ITC-BT-40.

Para el caso de esta instalación, se propone el equipo ITR 2.0 LACECAL, el cual es un sistema de control y monitorización, totalmente programable y flexible, que además de permitir regular la producción fotovoltaica al valor elegido por el usuario. La producción será regulada para aproximarse al consumo instantáneo, pero sin sobrepasarlo, de forma que la energía vertida a la red es nula.

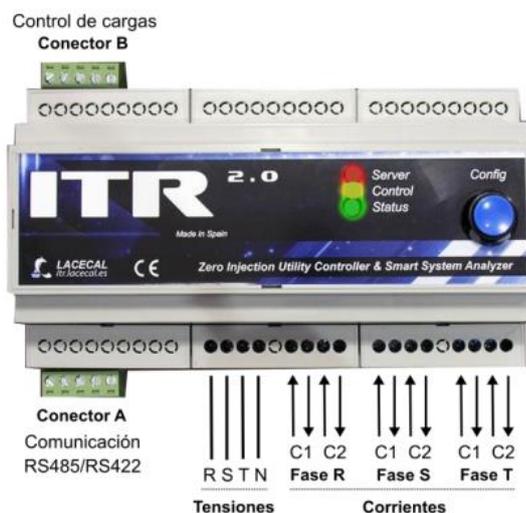


Figura 14. Equipo antivertido ITR 2.0

El ITR 2.0 monitoriza las potencias en el punto de conexión entre la red eléctrica, los consumos de las cargas de la instalación y la generación fotovoltaica,

regulando, mediante comunicación, la máxima potencia que pueden generar los inversores en cada instante para que nunca se vierta energía a la red.

En los anexos se incluye el certificado del equipo antivertido, el cual verifica que cumple con las condiciones arriba expuestas.

13.6. Cumplimiento ITC-BT-040 “Instalaciones generadoras de Baja Tensión”

La instalación proyectada cumplirá con lo establecido en la ITC-BT-040 denominada “Instalaciones generadoras de Baja Tensión”, resaltando e indicando que:

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 1,50%, para la intensidad nominal.

Se puede comprobar en los cálculos de proyecto y hoja de cálculos aportados, que se cumple tal condición.

13.7. Mantenimiento de la instalación eléctrica

Se establecen las siguientes actuaciones a desarrollar para asegurar el buen funcionamiento de la instalación eléctrica:

Actuaciones a realizar en los módulos solares fotovoltaicos:

1. Limpieza de módulos.
2. Inspección de obstáculos que puedan generar sombra y posibles degradaciones.
3. Detección de posibles daños que afecten a la seguridad y salud y, salubridad.
4. Estado de las conexiones.

5. Reapriete de bornes y conexiones eléctricas.

Actuaciones a realizar en la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos:

1. Inspección de posibles degradaciones.
2. Estado de las conexiones y sujeción de la estructura.
3. Estanqueidad de la cubierta.

Actuaciones a realizar en los inversores y equipo antivertido:

1. Detección de posibles daños que afecten al funcionamiento.
2. Estado de conservación y limpieza.
3. Estado de cables, conexiones, terminales, extractores de aire, etc.

Actuaciones a realizar en los cuadros e instalación eléctrica:

1. Estado de conservación y limpieza.
2. Comprobación de las derivaciones, interruptores generales, estanqueidad.
3. Medición de tensión, intensidad y transformadores.

14. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

En el “Anexo II. Análisis energético y económico” se adjuntan las conclusiones obtenidas tras analizar la energía producida y la generada con esta instalación fotovoltaica, así como un análisis económico. Como resultados se obtiene una curva de generación muy pequeña en comparación a la de consumo pues la industria de este proyecto tiene unos consumos muy elevados. Sin embargo, se logra un porcentaje anual de autoconsumo del 7% y un importe anual ahorrado de cien mil euros.

15. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

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

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

16. DIAGRAMA DE GANTT

Se expone a continuación la planificación de este proyecto, (ver Figura 15), en base a las actividades a realizar. Esta información se muestra con mayor detalle en el Anexo VII. Cronograma de actividades. Cuyo objetivo es organizar los tiempo de trabajo.

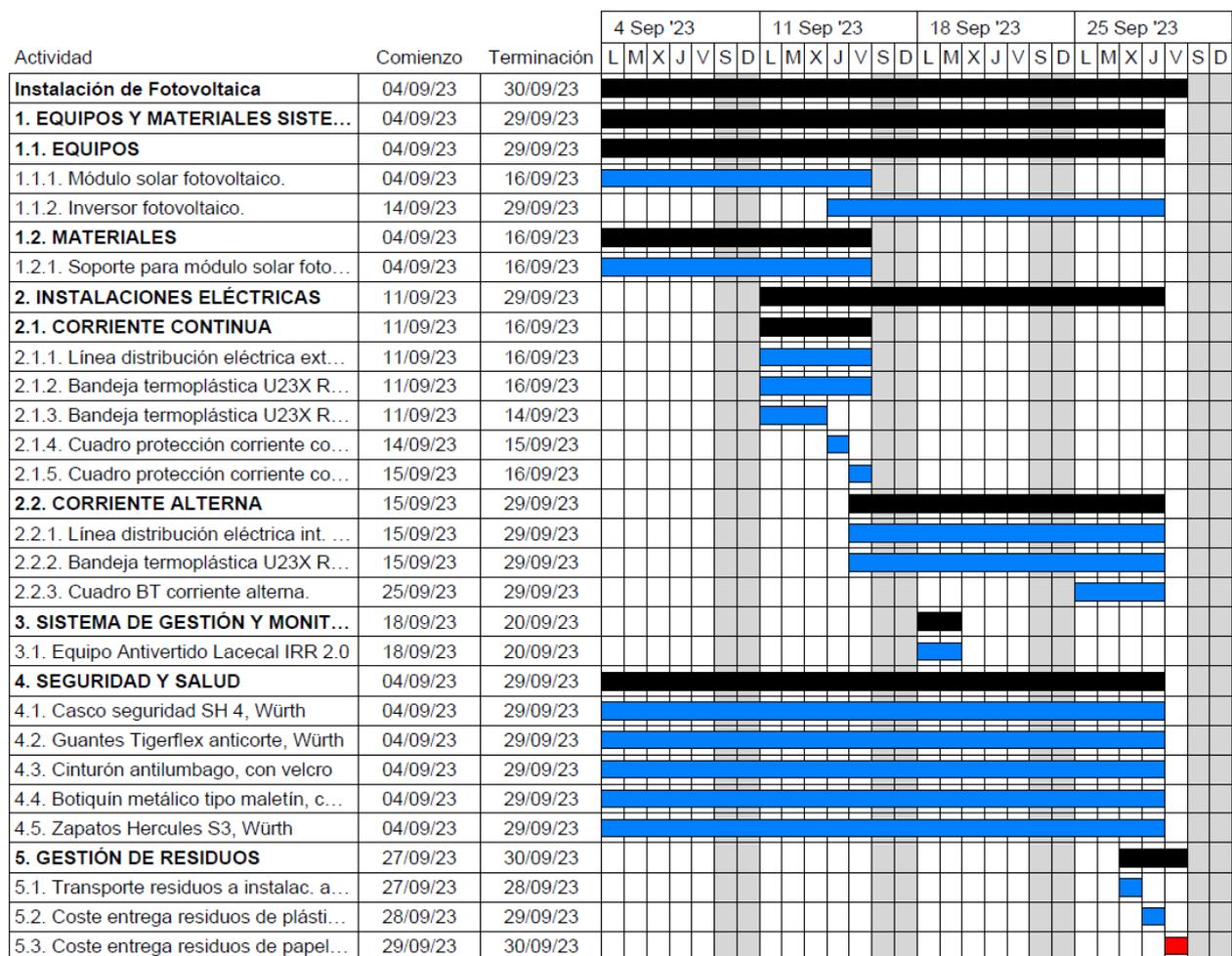


Figura 15. Diagrama de Gantt.

17. CONCLUSIONES

Para el diseño de esta instalación se han evaluado diferentes opciones considerando la orientación y el ángulo de inclinación de los paneles solares para establecer finalmente las condiciones óptimas. Todo ello queda reflejado en el Anexo IV denominado “Análisis disposición”. Además, se ha comprobado la estabilidad de los paneles fotovoltaicos ante la acción del viento para el elemento de sujeción elegido.

La generación de electricidad a partir de energía solar fotovoltaica se presenta como una opción viable y sostenible para abastecer las necesidades energéticas de una industria. Esta tecnología cumple con los objetivos establecidos en este proyecto, como la reducción de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera y la disminución del coste eléctrico de esta industria, al tiempo que reduce la dependencia de fuentes de energía convencionales. En el Anexo II del presente documento, se detalla el análisis energético y económico, el cual demuestra que la implementación de esta instalación fotovoltaica genera un ahorro anual de 82.887,78€. Estos ahorros permiten la completa amortización de la inversión en aproximadamente cuatro años y medio desde el inicio de su puesta en marcha. Por último, cabe destacar la reducción de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, concretamente de 59,18 toneladas equivalentes de CO₂ gracias a la entrada en funcionamiento de esta instalación.

18. CONCLUSIONS

For the design of this installation, different options have been evaluated considering the orientation and angle of inclination of the solar panels to finally establish the optimal conditions. All of this is reflected in Annex IV titled "Análisis disposición." Additionally, the stability of the photovoltaic panels has been verified against wind action for the chosen fastening element.

The generation of electricity from photovoltaic solar energy presents itself as a viable and sustainable option to meet the energy needs of an industry. This technology fulfills the objectives established in this project, such as reducing the amount of CO₂ emitted into the atmosphere and decreasing the electrical cost for this industry, while also reducing reliance on conventional energy sources. In Annex II of this document, the energy and economic analysis is detailed, demonstrating that the implementation of this photovoltaic installation generates an annual savings of 82,887.78€. These savings allow for the complete amortization of the investment in approximately four and a half years from the start of its operation. Finally, it is worth noting the reduction of CO₂ emissions, specifically 59.18 tonnes of CO₂ equivalent, thanks to the operation of this installation.

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	CÁLCULO CABLEADO	4
2.1.	Cableado de corriente continua:	5
2.2.	Cableado de corriente alterna:.....	11
3.	CÁLCULO PROTECCIONES.....	16
3.1.	Protecciones para el lado de corriente alterna	16
3.2.	Protecciones para el lado de corriente continua.....	24
4.	PUESTA A TIERRA	26
5.	BIBLIOGRAFÍA	29

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Tabla 1 de la ITC-BT-19 (Intensidades admisibles).....	9
Figura 2. Muestra la tabla C.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52.....	13
Figura 3. Tabla 2 de la ITC-BT-18.....	27

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Valores de resistividad y coeficiente en función a la temperatura	6
Tabla 2. Resumen cálculos cables corriente continua.	10
Tabla 3. Resumen coeficiente de agrupamiento por línea	13
Tabla 4. Resumen cálculos líneas de CA.....	15
Tabla 5. Resumen de los valores de F.....	18
Tabla 6. Datos tomados para el cálculo.	21
Tabla 7. Cálculo de las protecciones de corriente alterna.....	23
Tabla 8. Datos del módulo fotovoltaico necesarios para el cálculo.....	24
Tabla 9. Dimensiones cable tierra según la zona.....	27

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es reflejar los cálculos eléctricos realizados para dimensionar la instalación fotovoltaica objetivo de este proyecto.

Se establece la sección de los conductores de corriente continua, así como el valor de la sección del cable de tierra para este tramo. También se dimensiona la sección de los dos tipos de cable existentes en la parte de corriente alterna. Aquellos que sale de los inversores hasta el cuadro de alterna así como el conductor que entra en el cuadro general de mando y protección de la instalación. Estableciendo también el valor de los cables de tierra de estos trazados.

2. CÁLCULO CABLEADO

Los conductores deben, por una parte, soportar la intensidad que circula por ellos y no provocar una caída de tensión excesiva según se marca en las diferentes instrucciones del REBT.

Es importante aportar los cálculos de las líneas y circuitos de las que se compone la instalación, con el contenido mínimo de los cálculos a aportar (por cada tramo y cada circuito) que serán:

- Identificación del circuito
- Potencia de cálculo
- Tensión de cálculo
- Intensidad de cálculo
- Factores de corrección de la intensidad

- Intensidad máxima admisible
- Intensidad de cortocircuito
- Protección del circuito
- Sección y material del conductor
- Tensión nominal de aislamiento
- Longitud
- Caída de tensión del circuito
- Caída de tensión acumulada
- Potencia máxima admisible por caída de tensión máxima reglamentaria
- Potencia máxima admisible por intensidad máxima admisible del conductor
- Temperatura de trabajo prevista

2.1. Cableado de corriente continua:

Criterio caída de tensión máxima:

Inicialmente, se calcula la sección dada por la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot \rho \cdot I_{sc}}{e \cdot V_{oc}} \quad (1)$$

Donde:

- L : Longitud del cable
- I_{sc} : Intensidad de cortocircuito del string (A)
- ρ : resistividad del conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- e : caída de tensión máxima (fijado en 1,5%)
- V_{oc} : Tensión en circuito abierto (V)

Tabla 1. Valores de resistividad y coeficiente en función a la temperatura

Material	$\rho_{20}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{70}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	$\rho_{90}(\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m})$	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403

En este caso, el material utilizado para el cable es cobre con un aislamiento de XLPE, por lo tanto se trata de un material termoestable que soporta 90°C en régimen permanente. Por lo tanto, se toma $\rho_{90} = 0,023$ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

Considerando todos los valores anteriormente nombrados, se calcula la sección mínima necesaria y se toma la sección comercial inmediatamente superior siendo esta de $2 \times 6 \text{ mm}^2$.

Además, se aplica el criterio de cálculo por calentamiento del conductor. Prestando especial atención a la determinación de la resistividad del conductor en función de la temperatura máxima prevista para el conductor. Por ello, se recalcula la resistividad en función a las condiciones térmicas:

$$\rho_t = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (T - T_0)) \quad (2)$$

Donde:

- ρ_0 : valor de resistividad según temperatura y material (Tabla 1)

- α : coeficiente de temperatura dado por la Tabla 1
- T_0 : Temperatura de referencia del conductor (40°C) porque es aéreo
- T_{max} : Temperatura máxima del conductor (70°C)
- I : Intensidad prevista para el conductor.
- I_{max} : Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación.

De esta forma se obtiene la primera dimensión de las secciones del cable. A continuación, se recalcula el valor de la sección de tensión para el valor inicial de sección tomado.

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot \left(\frac{I}{I_{max}}\right)^2 \quad (3)$$

Donde:

- T : Temperatura real estimada en el conductor.
- $T_{m\acute{a}x}$: Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento. En este caso al ser XPLE. $T_{m\acute{a}x} = 90^\circ\text{C}$
- T_0 : Temperatura de ambiente del conductor siendo 40°C para cables al aire.
- I : Intensidad prevista para el conductor.
- I_{max} : Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación.

Criterio intensidad máxima admisible:

En este caso, se compara la corriente de cada cadena (string) con la intensidad máxima que aguanta la sección en función a sus características. Este valor máximo viene dado en la tabla 1 de la ITC-BT-19.

Coeficientes de corrección para el tramo exterior:

- Por acción solar directa según el pto 3.1.2.1.4 de la norma UNE 20435, se toma un factor de corrección de 0,9.
- Considerando una temperatura de 50°C en intemperie según la tabla B.52.14 de la norma UNE-HD 60364-5-52, se toma un factor de corrección de 0,9.
- Por agrupamiento de 15 circuitos en la misma bandeja, se hace uso de la tabla C.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52, para establecer un factor de 0,70.
- Además, según la ITC-BT-040, los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador. Por ello se aplica este factor de mayoración.

Aplicando estos coeficiente de corrección, se calcula el valor de la corriente para comprobar que se trata de un valor inferior a la intensidad máxima admisible de la sección del cable seleccionado.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ⁹⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁹⁾ . Distancia a la pared no inferior a 0.3D ⁹⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁹⁾ . Distancia a la pared no inferior a D ⁹⁾						3x PVC			3x XLPE o EPR ¹¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁹⁾								3x PVC ⁹⁾		3x XLPE o EPR	
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
120				208	225	240	267	284	314	348	455		
150				236	260	278	310	338	363	404	525		
185				268	297	317	354	386	415	464	601		
240				315	350	374	419	455	490	552	711		
300				360	404	423	484	524	565	640	821		

Figura 1. Tabla 1 de la ITC-BT-19 (Intensidades admisibles)

Aplicando estos dos criterios, finalmente, se obtiene una sección para estos cable de 6 mm².

A continuación se adjunta una tabla a modo de resumen de los cálculos realizados para el dimensionado de estos cables. En la que se expone la existencia de los 5 inversores y las 6 entradas utilizadas en cada uno de ellos. Para facilitar la enumeración de las entradas, se establece un código de enumeración basado en dos cifras "X.Y" donde "X" es el inversor referido e "Y" es la entrada específica de ese inversor.

A continuación, en la Tabla 2, se especifica la longitud de cada uno de estos tramos y se aplica el cálculo ya descrito. En base a la sección calculada se selecciona una superior comercializada y se confirma el cumplimiento con el criterio de caída de tensión y se comprueba que el conductor elegido cumple con las condiciones máxima de corriente.

Tabla 2. Resumen cálculos cables corriente continua.

Lugar	Descripción	String	N.º módulos	Longitud (m)	Longitud hasta inversor (m)	Tensión Voc (V)	Intensidad (Isc)	Intensidad mayorada (Isc)	Caída de tensión (%)	Sección calculada (mm²)	Sección elegida (mm²)	Caída de tensión (%)	I _{max} admisible (A)	S con ρ corregida (mm²)
Inversor 1	Entrada 1	1.1	16	67,7	81,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	5,5	6	1,37	57	5,56
	Entrada 2	1.2	16	50,4	64,4	796,8	13,98	17,48	1,50%	4,3	6	0,87	57	4,38
	Entrada 3	1.3	16	61,7	75,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	5,1	6	1,02	57	5,15
	Entrada 4	1.4	16	59,5	73,5	796,8	13,98	17,48	1,50%	4,9	6	0,99	57	5,00
	Entrada 5	1.5	18	50,5	64,5	896,4	13,98	17,48	1,50%	3,9	6	0,77	57	3,90
	Entrada 6	1.6	18	73,8	87,8	896,4	13,98	17,48	1,50%	5,2	6	1,05	57	5,31
Inversor 2	Entrada 1	2.1	16	47,3	61,3	796,8	13,98	17,48	1,50%	4,1	6	0,82	57	4,17
	Entrada 2	2.2	16	40,5	54,5	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,7	6	0,73	57	3,71
	Entrada 3	2.3	16	39,9	53,9	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,6	6	0,73	57	3,67
	Entrada 4	2.4	16	56,2	70,2	796,8	13,98	17,48	1,50%	4,7	6	0,94	57	4,78
	Entrada 5	2.5	18	65,8	79,8	896,4	13,98	17,48	1,50%	4,8	6	0,95	57	4,83
	Entrada 6	2.6	18	36,9	50,9	896,4	13,98	17,48	1,50%	3,0	6	0,61	57	3,08
Inversor 3	Entrada 1	3.1	16	34,7	48,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,3	6	0,66	57	3,31
	Entrada 2	3.2	16	33,2	47,2	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,2	6	0,63	57	3,21
	Entrada 3	3.3	16	59,7	73,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	5,0	6	0,99	57	5,02
	Entrada 4	3.4	16	43,4	57,4	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,9	6	0,77	57	3,91
	Entrada 5	3.5	18	25,3	39,3	896,4	13,98	17,48	1,50%	2,3	6	0,47	57	2,38
	Entrada 6	3.6	18	28,4	42,4	896,4	13,98	17,48	1,50%	2,5	6	0,51	57	2,56
Inversor 4	Entrada 1	4.1	16	41,2	55,2	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,7	6	0,74	57	3,76
	Entrada 2	4.2	16	68,3	82,3	796,8	13,98	17,48	1,50%	5,5	6	1,11	57	5,60
	Entrada 3	4.3	16	43,5	57,5	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,9	6	0,77	57	3,91
	Entrada 4	4.4	16	46,5	60,5	796,8	13,98	17,48	1,50%	4,1	6	0,81	57	4,12
	Entrada 5	4.5	18	39	53	896,4	13,98	17,48	1,50%	3,2	6	0,63	57	3,21
	Entrada 6	4.6	18	67,3	81,3	896,4	13,98	17,48	1,50%	4,9	6	0,97	57	4,92
Inversor 5	Entrada 1	5.1	16	60,7	74,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	5,0	6	1,00	57	5,08
	Entrada 2	5.2	16	42,6	56,6	796,8	13,98	17,48	1,50%	3,8	6	0,76	57	3,85
	Entrada 3	5.3	16	51,7	65,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	4,4	6	0,88	57	4,47
	Entrada 4	5.4	16	62,7	76,7	796,8	13,98	17,48	1,50%	5,2	6	1,03	57	5,22
	Entrada 5	5.5	18	71,2	85,2	896,4	13,98	17,48	1,50%	5,1	6	1,02	57	5,15
	Entrada 6	5.6	18	79,8	93,8	896,4	13,98	17,48	1,50%	5,6	6	1,12	57	5,67

2.2. Cableado de corriente alterna:

Esta instalación cuenta con 5 circuitos iguales, uno por cada inversor. Estos cinco circuitos de AC se unen en un único punto (embarrado del cuadro de alterna) a partir del cual, el circuito está constituido por un circuito con conductores de mayor sección que también se dimensiona a continuación.

Los cables que se han elegido están formados por conductores flexibles de Cu, clase 5, aislados con polietileno reticulado (XLPE), fabricados con la Norma UNE 21123-4. En concreto, se propone el cable AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1 - K (AS) de tensión asignada 0,6/1 kV y reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1.

Para establecer el valor de la sección de los conductores, se hace uso de dos criterios de selección. Estableciendo un valor máximo de caída de tensión y comprobando la intensidad máxima admisible del cable.

Criterio caída de tensión máxima:

Inicialmente se calcula la sección del cable estableciendo el valor máximo de caída de tensión, siendo en este caso 1,5% como máximo.

$$S = \frac{L \cdot P \cdot \rho}{e (\%) \cdot V^2} \quad (4)$$

Donde:

- L : Longitud del cable
- P : Potencia pico de cada inversor (W)
- ρ : resistividad del conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

- e : caída de tensión máxima (fijado en 1,5%)
- V_{oc} : Tensión de alimentación (400V) por ser trifásica

A continuación, se toma un mayor superior que se comercialice y se recalcula el valor de la caída de tensión ($e\%$)

Criterio intensidad máxima admisible:

Para poder evaluar este criterio es necesario contar con la siguiente información:

- Tensión de salida del inversor: 400V (trifásica)
- Longitud de la línea entre el inversor y el cuadro general de mando y protección.
- Intensidad nominal

Esta valor de corriente se calcula como:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \quad (5)$$

Donde el valor de la potencia depende del tramo de línea que se esté evaluando.

Se le aplican los coeficientes de corrección establecidos. En este caso, según la ITC-BT-40 se busca aplicar un 125% sobre la intensidad nominal. Tanto para los cinco cables a la salida del inversor como a la línea que posteriormente las agrupa.

Además, se aplica un coeficiente por agrupamiento para las cinco líneas de salida del inversor pues se trata de un sistema con 5 líneas agrupadas.

TABLA C.52.3

PUNTO	DISPOSICIÓN	NÚMERO DE CIRCUITOS O CABLES MULTICONDUCTORES										INSTALACIÓN TIPO
		1	2	3	4	6	9	12	16	20		
1	Agrupados al aire, en una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente.	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	A a F	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas.	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	C	
3	Capa única fijada al techo.	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60		
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales.	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	E y F	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, soportes, bridas de amarre, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80		

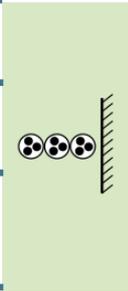


Figura 2. Muestra la tabla C.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52

Por ello, según la tabla C.52.3 de la norma UNE-HD 60364-5-52, se toma un factor de agrupamiento de 0,75 sabiendo que se trata una de una instalación tipo E, con una capa única sobre bandejas perforadas horizontales y verticales para un total de 6 circuitos. (Se toma este valor por no existir en la tabla un valor para 5 circuitos como es el caso real de estudio). Sin embargo para la L6 indicada en la Tabla 3, no existe agrupamiento al tratarse de una única línea.

Tabla 3. Resumen coeficiente de agrupamiento por línea

Línea	Tramo	Coeficiente agrupamiento
L1	Inversor 1 - Cuadro FV	0,75
L2	Inversor 2 - Cuadro FV	0,75
L3	Inversor 3 - Cuadro FV	0,75
L4	Inversor 4 - Cuadro FV	0,75
L5	Inversor 5 - Cuadro FV	0,75
L6	Cuadro FV - Cuadro CGBT	1,00

Además, no se aplica ningún factor de corrección por temperatura para cables no enterrados pues se considera una temperatura ambiente de 40°C.

Se busca verificar que la corriente máxima admisible del conductor según su sección (valor obtenido de la tabla A-52-1 bis de la norma UNE 20460-5-523) aguanta la corriente que pasa por el conductor. Siendo esta en las condiciones más

desfavorables posibles, la corriente nominal de salida del inversor con los coeficientes de corrección aplicados. Es decir:

$$1,25 \cdot I_{nom} / \text{coef de agrupamiento} < I_{m\acute{a}x \text{ admisible conductor}} \quad (6)$$

Finalmente se toma un valor 35 mm² para las líneas de salida del inversor y un valor de 185 mm² para la línea que alimenta al CGMP de la fábrica.

A continuación, se exponen los cálculos realizados para el dimensionado de la sección de estas líneas.

Inicialmente se define la denominación de cada tramo y sus longitudes. A continuación, se calcula la sección aplicando el criterio de caída de tensión y de intensidad máxima admisible para todos los tramos.

Tabla 4. Resumen cálculos líneas de CA.

Línea	Tramo	Material	Lmáx (m)	Pgenerada (W)	Imáx (A)	CDT (%)	S (mm2)	S (mm²)	CDT (%)	Iadm (A)
L1	Inversor 1 - Cuadro FV	Cu	14	50000	72,17	1,50%	6,7	35	0,288%	137
L2	Inversor 2 - Cuadro FV	Cu	14	50000	72,17	1,50%	6,7	35	0,288%	137
L3	Inversor 3 - Cuadro FV	Cu	14	50000	72,17	1,50%	6,7	35	0,288%	137
L4	Inversor 4 - Cuadro FV	Cu	14	50000	72,17	1,50%	6,7	35	0,288%	137
L5	Inversor 5 - Cuadro FV	Cu	14	50000	72,17	1,50%	6,7	35	0,288%	137
L6	Cuadro FV - Cuadro CGBT	Cu	5	250000	360,84	1,50%	12,0	185	0,097%	415

3. CÁLCULO PROTECCIONES

Las protecciones eléctricas se pueden definir como el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de los accidentes en los sistemas o instalaciones eléctricas.

Por tanto, se dotará a la instalación eléctrica de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar con ella.

3.1. Protecciones para el lado de corriente alterna

Estas protecciones hacen referencia a aquellas situadas entre el inversor, el Cuadro de Alterna de la instalación solar fotovoltaica y el propio Cuadro General de Baja Tensión de la instalación.

Protección frente a sobrecargas:

Sobrecarga se define como aumento sostenido en el tiempo de la corriente eléctrica por encima de la intensidad admisible de los circuitos, provocando una acelerada degradación del aislante. Una sobrecarga no despejada a lo largo del tiempo puede degenerar en cortocircuito.

El dispositivo de protección podrá ser o un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o un cortocircuito fusible (ITC-BT-22). En este caso se elige un interruptor automático magnetotérmico con curva C.

Las características del equipo de protección contra sobrecarga deberán cumplir con las siguientes dos condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

(7)

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z / F \quad (8)$$

Donde:.

- I_b : Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección.
- I_z : Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- I_2 : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de actuación para un tiempo largo (t_c es el tiempo convencional según norma)

Profundizando en cada ecuación:

Ecuación (7): $I_b \leq I_n \leq I_z$

Esta condición indica como la protección debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable.

Ecuación (8): $I_2 \leq 1,45 \cdot I_z / F$

Expresa como los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces las protecciones han de actuar.

Además, el valor de F es un parámetro que depende del tipo de protección que se esté utilizando:

Tabla 5. Resumen de los valores de F.

Protección	Parámetro F
Magnetotérmicos MCB	1,45
Interruptores ACB/MCCB	1,30
Fusibles con $I_N \leq 4 A$	2,10
Fusibles con $4 < I_N < 16 A$	1,90
Fusibles con $I_N \geq 16 A$	1,90

En este caso, se trata de un magnetotérmico de tipo MCB, por lo tanto el valor del parámetro F es 1,45.

Se comprueba que la corriente máxima que pasa por el circuito es inferior a la máxima corriente admisible dada de nuevo por la ecuación (9) para un circuito en trifásica.

Para desarrollar la comprobación de las dos condiciones establecidas. Se calcula inicialmente, la corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas, viene dada por la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} \quad (9)$$

Donde:

- P : Potencia en W
- V : Tensión V
- $\cos\phi$: Factor de potencia=1

Este valor de intensidad debe ser menor que la intensidad máxima admisible que admite el cable según sus características, dada en la tabla 1 de la ITC-BT-19. En este caso, el método de instalación es de tipo E por tratarse de cable unipolares sobre una bandeja de rejillas. Además, se prevé tres conductores cargados con un aislamiento de material termoestable (3x XLPE).

A partir de estos valores, se selecciona el valor nominal de la protección dentro del intervalo prefijado cumpliendo con la ecuación (7). A continuación, se comprueba el siguiente requisito establecido en la ecuación (8) para establecer el valor definitivo de la corriente nominal de la protección seleccionada.

Protección frente a cortocircuitos:

Los cortocircuitos se producen cuando dos conductores a diferente tensión, contactan directamente sin ninguna carga entre ellos, provocando un pico de corriente muy elevado debido a la baja resistencia entre ambos puntos, que puede fundir los cables fácilmente. El origen suele estar en una conexión incorrecta o en un defecto de aislamiento.

Frente a este peligro también se instalan fusibles o interruptores magnetotérmicos. En este caso, se utiliza la misma protección magnetotérmica que protege ante sobrecargas asegurando el tiempo máxima de actuación. El tiempo de respuesta de la protección (t_A), debe ser menor la duración máxima en cortocircuito que soporta el conductor ($t_{m\acute{a}x}$)

$$t_A \leq t_{m\acute{a}x} = \left(\frac{k \cdot S}{I_{cc}} \right)^2 \quad (10)$$

Donde:

- k : parámetro que depende del conductor y aislamiento. Cuando es XPLE sobre cobre, $k = 143$

- S : sección del conductor (mm^2)
- I_{cc} : Intensidad que puede darse en caso de cortocircuito (A)

Otro valor importante que define al magnetotérmico, es el poder de corte, definido como la intensidad máxima que puede interrumpir el dispositivo. Este valor debe ser mayor o igual a la intensidad de cortocircuito que se haya calculado para el circuito. Por lo tanto, se calcula inicialmente la corriente de cortocircuito como:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{Z_{m\acute{a}x}} \quad (11)$$

Donde:

U : Tensión del sistema a 400V.

$Z_{m\acute{a}x}$: Impedancia calculada como:

$$Z_{m\acute{a}x} = \sqrt{\text{Resistencia}^2 + \text{Reactancia}^2} \quad (12)$$

Se calcula el valor de la resistencia aproximada para este caso dada por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S} \quad (13)$$

Al tratarse de una resistividad a la temperatura de cortocircuito, se recalcula el valor de la resistividad para esta temperatura, concretamente a 250°C porque es el valor de temperatura estimado para un cortocircuito según la ficha técnica del modelo del cable elegido. Para llevar a cabo este cálculo, se hace uso de la ecuación (2) tomando en este caso los siguientes valores:

Tabla 6. Datos tomados para el cálculo.

Resistividad (ρ_0)	0,02
Coeficiente de temperatura (α)	0,00392
Temperatura de referencia (T_0)	40°C
Temperatura máxima (T)	250°C

Por otro lado, se calcula la reactancia tomando el valor aproximado que ofrece el anexo G de la UNE-HD 60364-5-52 de 0,08 Ω /km

A partir del valor de corriente de cortocircuito se busca un interruptor con un valor de poder de corte inmediatamente superior al valor calculado. Estos valores son elevados, del orden de kA.

Tomando en cuenta las consideraciones nombradas se ubica en el cuadro de alterna, 5 interruptores magnetotérmicos iguales (uno por inversor), con 4 polos, de curva C, cuya corriente nominal de 100 A y un poder de corte de 1kA.

Protecciones frente a derivaciones:

Las derivaciones eléctricas se producen cuando se degrada el aislamiento de un conductor y este hace contacto con algún elemento externo.

Para evitar el riesgo para las personas por contactos directos o indirectos se utilizan interruptores diferenciales, los cuales, cortan la corriente si detectan una disparidad entre la intensidad de las fases y el neutro superior a la sensibilidad del interruptor. La detección solo se realiza aguas abajo del diferencial, el tramo anterior no está protegido.

En cuanto a los diferenciales, para instalaciones generadoras interconectadas como es el caso se especifica en la ITC-BT-40 textualmente:

“En todas las instalaciones de producción próximas a las de consumo, definidas en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, la conexión se realizará a través de un cuadro de mando y protección que incluya las protecciones diferenciales tipo A necesarias para garantizar que la tensión de contacto no resulte peligrosa para las personas. Cuando dichas instalaciones generadoras sean accesibles al público general o estén ubicadas en zonas residenciales, o análogas, la protección diferencial de los circuitos de generación será de 30 mA”.

Por lo tanto, se opta por ubicar en el cuadro de corriente alterna, cinco diferenciales iguales de cuatro polos, tipo A y con una sensibilidad de 300 mA al tratarse de una industria. La intensidad nominal de esta protección es de 100 A.

Tabla 7. Cálculo de las protecciones de corriente alterna.

Línea	Tramo	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	I_{adm} (A)	Intensidad protección elegida (A)	¿Cumple criterio corriente?	R (Ω)	Z (Ω)	I_{cc} (A)	I corte min (kA)	¿Cumple?	t_{max}
L1	Inversor 1 - Cuadro FV	72,17	137	100	Sí cumple	0,03355	0,03357	9.533,58	10	Sí cumple	0,2756
L2	Inversor 2 - Cuadro FV	72,17	137	100	Sí cumple	0,03355	0,03357	9.533,58	10	Sí cumple	0,2756
L3	Inversor 3 - Cuadro FV	72,17	137	100	Sí cumple	0,03355	0,03357	9.533,58	10	Sí cumple	0,2756
L4	Inversor 4 - Cuadro FV	72,17	137	100	Sí cumple	0,03355	0,03357	9.533,58	10	Sí cumple	0,2756
L5	Inversor 5 - Cuadro FV	72,17	137	100	Sí cumple	0,03355	0,03357	9.533,58	10	Sí cumple	0,2756
L6	Cuadro FV - Cuadro CGBT	360,84	415	400	Sí cumple	0,00227	0,00230	139.027,41	150	Sí cumple	0,0362

3.2. Protecciones para el lado de corriente continua

En el cuadro de corriente continua, se dispone de un fusible para cada cadena de paneles por cada entrada de inversor. Así como una protección sobretensiones por string.

Para la selección de estas protecciones, se busca la protección frente a sobrecargas y protección frente a cortocircuitos, llevando a cabo el mismo procedimiento que para las protecciones de alterna.

Para dimensionar la corriente nominal del fusible de protección, se busca cumplir con la condición dada por la ecuación (7), tomando como intensidad de trabajo el valor de la corriente que pasa por el cable y estableciendo como límite superior de la condición, la corriente máxima admisible que admite el cable. De igual forma, se verifica que se cumple con la condición establecida en la ecuación (8), tomando en este caso, un valor del parámetro F de 1,60.

Por otro lado, se busca establecer el valor de tensión de la protección.

Para llevar a cabo las comprobaciones, se definen las siguientes características de los módulos fotovoltaicos:

Tabla 8. Datos del módulo fotovoltaico necesarios para el cálculo.

Corriente de cortocircuito I_{sc} (A)	13,98
Tensión en circuito abierto V_{oc} (V)	49,8
Número de módulos en serie	18
Factor acción solar directa	0,9
Factor temperatura	0,9
Factor de agrupamiento	0,7
Mayoración de la corriente	1,25

A partir de estos valores se calcula como:

Elección fusible			
Análisis de la corriente		Análisis de la tensión	
Intensidad de trabajo (A)	17,48	Voc (v)	49,80
Intensidad máx admisible (A)	57,00	Num paneles serie	16,00
Intensidad máx admisible corrección (A)	32,32	Vn (V)	956,16
I nominal protección (A)	25,00	Vn proteccion (V)	1000,00
Condición 1: ¿Cumple?	Sí cumple	¿Cumple?	Sí cumple
F	1,60		
Condición 2: ¿Cumple?	Sí Cumple		

Además, el tipo de fusible elegido para esta aplicación es de clase gPV comúnmente utilizado en instalaciones fotovoltaicas.

En resumen, las características del fusible elegido para cada string son las siguientes:

- Tensión nominal en corriente continua: 1000 V
- Corriente nominal: 25 A
- Clase gPV

Para la elección de la protección contra sobretensiones según la ITC-BT-23 (Protección contra sobretensiones), se debe elegir un dispositivo con una tensión en la protección inferior a la tensión soportada por el equipo que se va a proteger. Por ello se opta por un valor de 1000DC.

Además, se verifica que se cumplen las siguientes condiciones según la ITC-BT-40:

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y un neutro cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 periodos.

4. PUESTA A TIERRA

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

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente a la del neutro de la empresa distribuidora. Asimismo, debe existir una separación galvánica entre cualquier red de distribución en BT y la generación fotovoltaica.

Para asegurar un buen contacto con la tierra de las masas de la instalación, y debido que la instalación está a la intemperie se considera una instalación tipo local mojado según ITC BT-30, por lo que la tensión máxima permitida de defecto no debe superar los 24 V. La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su

forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según ITC BT-18. A continuación, se muestran las fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistencia del terreno y las características del electrodo.

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm ²)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Figura 3. Tabla 2 de la ITC-BT-18

En bases a este criterio, en la instalación va a existir tres tipos de secciones diferentes para la tierra.

Tabla 9. Dimensiones cable tierra según la zona.

Ubicación	Dimensión cable de tierra
Cables de continua de 6mm ²	$S=6$ mm ²
Cable de alterna salidas inversor (35mm ²)	$S=25$ mm ²
Cable de alterna va al CGMP (185 mm ²)	$S=185$ mm ²

Además, deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

Por otro lado, se debe cumplir la siguiente relación:

$$V_d = R \cdot I_d \leq 24V \quad (14)$$

Donde:

- I_d : corriente de defecto a tierra
- R: resistencia resultante
- V_d : tensión de defecto

Las picas se conectarán con conductor desnudo de 35 mm². Se podrá disminuir el número de picas siempre que se sustituya una pica por el doble de su longitud en conductor enterrado.

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.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Cálculo de líneas para una instalación fotovoltaica de 50 kW para autoconsumo industrial [Internet].; 2019 [updated -09-23T11:15:08+00:00; cited 02//07/2023]. Available from: <https://www.prysmianclub.es/calculo-de-lineas-para-una-instalacion-fotovoltaica-de-50-kw-para-autoconsumo-industrial/>.
2. Solución a situación particulares y frecuentes.
3. Manual técnico y práctico de cables y accesorios para Baja Tensión.
4. SELECCIÓN Y CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES SEGÚN EL REBT [Internet].; 2021 [updated -06-19T10:25:21+00:00; cited 02//07/2023]. Available from: <https://autarquiapersonal.com/2021/06/19/seleccion-de-las-protecciones-electricas-segun-el-rebt/>.
5. Cómo citar una página web en formato APA [Internet].; 2016 [updated -11-29T15:36:23+00:00; cited 02/07/2023]. Available from: <https://www.scribbr.es/normas-apa/ejemplos/pagina-web/>.

**ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE
POSGRADO**

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A
PARTIR DE ENERGÍA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA UNA
INDUSTRIA EN CANARIAS**

**ANEXO II: ANÁLISIS ENERGÉTICO
Y ECONÓMICO**

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DATOS NECESARIOS	4
3. CÁLCULOS DESARROLLADOS	5
3.1. Número máximo de paneles en serie:	5
3.2. Número mínimo de paneles en serie para poder efectuar el arranque	6
3.3. Número de paneles en serie para trabajar dentro del rango operativo.....	7
3.4. Número de paneles en serie cuando el inversor es más eficiente	7
3.5. Número de paneles en paralelo por entrada MPPT	8
3.6. Número de paneles en paralelo por cortocircuito	8
4. ELEMENTOS DE LA INSTACIÓN	9
5. ANÁLISIS DE ENERGÍA	10
5.1. Energía producida	10
5.2. Energía consumida	14
5.3. Energía importada	14
5.4. Energía ahorrada (kWh).....	14
6. CÁLCULO ECONÓMICOS	19
7. CÁLCULO EMISIONES	25
8. CONCLUSIONES.....	26

ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1. TABLA VALORES DE PRFRE PARA CADA MES.	12
FIGURA 2. PRODUCCIÓN Y CONSUMO MENSUAL.....	19
FIGURA 3. PERIODOS DE FACTURACIÓN PARA CADA HORA EN FUNCIÓN A LOS MESES PARA CANARIAS	20
FIGURA 4. EJEMPLO DE FACTURA PARA EL PERIODO DE DICIEMBRE DE 2022 21	
FIGURA 5. COSTE DE CADA PERIODO POR MESES	22
FIGURA 6. ESTIMACIÓN DE LA AMORTIZACIÓN.....	25

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1. DATOS NECESARIOS DEL PANEL.....	4
TABLA 2. CÁLCULOS REALIZADOS.....	8
TABLA 3. RESUMEN DEL NÚMERO DE MÓDULOS	9
TABLA 4. DISPOSICIÓN NÚMERO DE PANELES POR INVERSOR	9
TABLA 5. RESUMEN DE LOS VALORES DE ENERGÍA DE CADA MES Y TOTAL ANUAL.....	15
TABLA 6. GRÁFICAS DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CADA MES PARA UN DÍA PROMEDIO LABORABLE Y PARA UN DÍA FESTIVO.	16
TABLA 7. COSTES POR PERIODOS.....	23
TABLA 8. RESUMEN DE LOS VALORES DE IMPORTE AHORRADO Y CUOTAS MENSUALES Y ANUALES.....	24

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se busca establecer las condiciones óptimas para la conexión entre el panel seleccionado y el inversor. Para llevar cabo este proceso, se diseña y hace uso de una hoja de cálculo para poder llevar a cabo diversas pruebas entre distintos paneles e inversores.

2. DATOS NECESARIOS

Para ello se necesitan los datos del panel reflejados en la Tabla 1. Estos se han obtenido de la ficha técnica del modelo del panel calculado.

Tabla 1. Datos necesarios del panel.

Datos Panel		
P _{máx}	Potencia máxima (W)	550
V _{oc}	Tensión circuito abierto (V)	49,8
I _{sc}	Corriente circuito abierto (A)	13,98
V _{mp}	Tensión máx. panel (V)	41,95
I _{mp}	Corriente máx. (A)	13,12
Noct (°C)	Temp Nominal célula	45
β	Temp coefficient of Voc	-0,27%

De igual forma, se necesitan los datos del inversor seleccionado

Datos Inversor	
Tensión máxima (V)	1100
Lim menor rango (V)	200
Lim mayor rango (V)	1000
Tensión asignada entrada (V)	600
Tensión arranque (V)	200
Corriente entrada máx. (A)	30
Corriente de cortocircuito (A)	40
Número de inversores	5
Potencia máxima salida (W)	50.000,0

3. CÁLCULOS DESARROLLADOS

3.1. Número máximo de paneles en serie:

Se relaciona la máxima tensión de entrada del inversor y la tensión en circuito abierto. Para ello se necesita:

- Máxima tensión del inversor: 1100V
- La tensión en circuito abierto del panel (V_{oc}): 49,80 V

Sin embargo, la tensión del circuito abierto depende de la temperatura histórica para suponer una situación extrema en el que la tensión puede llegar a su máximo debido a la temperatura más fría que se haya registrado en la zona.

Para ello se consulta la temperatura mínima a través de la agencia estatal de Meteorología (AEMET).

Seleccionando la estación más cercana al caso de estudio actual, se puede definir la temperatura mínima absoluta que, en este caso, para Santa Cruz de Tenerife es de 8,1°C.

En función a este valor se aplica la corrección por temperatura aplicando:

$$V_{oc}(8,1^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(ST) \cdot [1 - \beta \cdot (25 - 8,1)] = 52,07V$$

Sabiendo que el valor de β es el coeficiente de temperatura para la tensión V_{oc} (-0.270%/°C), valor dado por el fabricante en la ficha técnica.

Aplicando la corrección por temperatura, el número de paneles en serie viene dado como:

$$100/52,07 = 21,12 \approx 21 \text{ paneles en serie como máximo.}$$

3.2. Número mínimo de paneles en serie para poder efectuar el arranque

Se calcula el número de paneles necesarios para llevar a cabo el arranque aplicando una corrección por temperatura. Para estar del lado de la seguridad, se trata el caso más desfavorable en el que la temperatura es la máxima histórica de esa zona. Para ello se toma la tensión de arranque del inversor de 200V.

Se procede a la corrección por temperatura de la tensión en circuito abierto sabiendo que en este caso, la temperatura histórica máxima registrada en Santa Cruz de Tenerife es de 42,6°C

$$V_{oc}(42,6^{\circ}\text{C}) = V_{oc}(ST) \cdot [1 - \beta \cdot (25 - T_c)]$$

El valor de T_c se debe calcular aplicando la siguiente ecuación:

$$T_c = 1000 \cdot \frac{Noct - 20}{800} + T_{max}$$

Siendo el valor de Noct “Nominal Operating Cell Temperature” (Temperatura nominal de operación de la célula) dada en la ficha técnica del fabricante en este caso de 45°C.

Partiendo de estos datos, el valor de T_c es de 73,85°C. Quedando:

$$V_{oc}(42,6^{\circ}\text{C}) = 43,23V$$

Aplicando la corrección por temperatura, el número mínimo de módulos es de $250/43,23 = 5,783 \approx 6$ paneles en serie como mínimo para que arranque.

3.3. Número de paneles en serie para trabajar dentro del rango operativo

Se realiza el mismo proceso pero en base al rango operativo del inversor y la tensión que tiene el panel cuando se trabaja a la potencia máxima. Sabiendo que:

- El rango de tensión operativa es de 200-1000V
- La tensión cuando se tiene la potencia máxima del panel (V_{mp}):
41,95 V

En el límite superior del rango: $1000/41,95 = 23$ paneles.

En el límite inferior del rango: $200/41,95 = 4$ paneles.

Por lo tanto para que se trabaje en el mejor intervalo de potencia el número de paneles debe estar entre 4 y 25 paneles en serie.

3.4. Número de paneles en serie cuando el inversor es más eficiente

El valor de tensión en el que el inversor es el más eficiente es en la tensión certificada. Para este modelo de inversor es de 600V.

El número de paneles en serie para este caso sería: $600/41,95 = 14$ paneles.

3.5. Número de paneles en paralelo por entrada MPPT

Para realizar este cálculo, se consideran los siguientes datos:

Corriente máxima para MPPT (dato obtenido de la hoja aportada por el fabricante) con un valor de 30 A

Corriente cuando la potencia es máxima en el panel es de 13,12A

El número de paneles en serie sería de $30/13,12 = 2,29 \cong 2$

3.6. Número de paneles en paralelo por cortocircuito

Se considera:

- Corriente máxima de cortocircuito del inversor: 40A
- Corriente de cortocircuito del panel (I_{sc})= 13,98 A

El número de paneles en paralelo sería $40/13,98 = 2,869 \cong 2$

Tabla 2. Cálculos realizados.

Número máximo de paneles en serie		
Temp mín lugar (°C)	8,1	
Temp ambiente (°C)	25	
Voc (temp) (V)	52,07	
Num max en serie	21,12	21
Número mínimo en serie para arrancar		
Temp máx histórica lugar (°C)	42,6	
Tc (°C)	73,85	
Voc (temp) (V)	43,23	
Núm mín módulos en serie	4,63	5
Número mod en serie estar dentro del rango		
Vmp (V)	41,95	
Límite inferior	4,77	4
Límite superior	23,84	23
Número mod en serie cuando inversor más eficiente		
Tensión certificada (V)	600	
Num mod serie max eficiencia	14,30	15
Número en paralelo por entrada MPPT		
Corriente max p/entrada (A)	20	
Corriente cuando pot panel es max (A)	13,12	
Núm paneles paralelo	1,52	1
Número de paneles en paralelo por cortocircuito		
Corriente máx cortocircuito inversor (A)	40	
Corriente cortocircuito panel (A)	13,98	
Número paneles paralelo	2,86	2

4. ELEMENTOS DE LA INSTACIÓN

Partiendo de los cálculos desarrollados y sabiendo que el número máximo de paneles que caben en la cubierta es de 500 módulos. Se toma la configuración reflejada en la Tabla 3.

Tabla 3. Resumen del número de módulos

Número de módulos fotovoltaicos a instalar	500
Número de módulos fotovoltaicos en serie	16/18
Número de módulos fotovoltaicos en paralelo	1

Cada inversor tiene 8 entradas y se pueden instalar 500 módulos en un total de 5 inversores, se decide buscar una configuración 100 módulo por inversor. Por lo tanto como se muestra en la *Tabla 4*, se va utilizar 6 de las 8 entradas operativas de cada inversor con 16 o 18 módulos por entrada buscando un valor cercano a los 15 necesarios para desarrollar la potencia máxima del inversor

Tabla 4. Disposición número de paneles por inversor

Entrada	Número de paneles
1	16
2	16
3	16
4	16
5	18
6	18
Total=100 paneles por inversor	

Por lo tanto, al utilizar 5 inversores de 50 kWn, la **potencia nominal instalada es de 250kWn**. Por otro lado, la **potencia pico instalada es de 275kWp** (500panelesx550Wp)

5. ANÁLISIS DE ENERGÍA

A continuación, se busca definir la energía producida por los módulos fotovoltaicos así como la energía consumida por la propia instalación. Resulta importante calcular la energía que se necesita importar de la red para cubrir la demanda y de esta manera poder establecer la cantidad de energía que se ahorra haciendo uso de esta instalación.

5.1. Energía producida

La producción fotovoltaica se determina mediante la siguiente ecuación:

$$E = G \cdot PR \cdot P$$

Donde:

- P: Potencia fotovoltaica instalada (kWp)
- PR: Coeficiente de pérdidas
- G: Radiación incidente en el módulo fotovoltaico (Wh/m²)
- E: Energía producida (kWh)

El valor de la potencia instalada depende de la potencia pico del panel seleccionado y del número que se vaya a colocar. En este caso, al ser 500 paneles de 550 Wp. La potencia pico instalada es de 275 kWp.

La radiación incidente es diferente para cada hora del año y se obtiene del archivo de datos descargado del PVGIS.

Para poder estimar el valor de la producción, es necesario calcular el coeficiente de pérdidas que viene dado por los coeficientes que se especifican a continuación.

Para ello hay que tener en cuenta una serie de pérdidas en el sistema que vienen englobadas en un concepto denominado PR (Performance Ratio). Se calcula para cada instante (horario, diario, mensual, anual) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$PR = PR_{TEMP} \cdot PR_{FRE} \cdot PR_{CC} \cdot PR_{DIS} \cdot PR_{INV} \cdot PR_{CA}$$

Donde:

- **PR_{TEMP}**: Coeficiente de rendimiento con la temperatura
- **PR_{FRE}**: Coeficiente de rendimiento por pérdidas Fresnell
- **PR_{DIS}**: Coeficiente de rendimiento por pérdidas de dispersión
- **PR_{CC}**: Coeficiente de rendimiento por pérdidas de resistencia serie CC
- **PR_{INV}**: Coeficiente de rendimiento por pérdidas de conversión CC/CA
- **PR_{CA}**: Coeficiente de rendimiento por pérdidas de resistencia serie CA

A continuación se procede al cálculo de cada uno de los coeficientes:

PR_{TEMP} viene dado por la siguiente ecuación:

$$PR_{TEMP} = 1 - \gamma \cdot (T_{cell} - 25)$$

Donde:

- γ es el coeficiente de variación de la potencia del módulo fotovoltaico con la temperatura que nos suministra el fabricante y que se ha calculado en las pruebas de certificación del mismo.
- T_{CELL} es la temperatura de la célula del módulo y se puede calcular según:

$$T_{cell} = G \cdot \frac{NOTC - 20}{800} + T_{amb}$$

Donde:

- **G** es la Irradiancia incidente en el módulo fotovoltaico en W/m² (Dato del PVGIS)
- **NOTC** es la Temperatura de Operación Normal del módulos en °C (típicamente en torno a 45°C para silicio)
- **Tamb** es la temperatura ambiente en °C, en este caso, se toma la que se tenga de PVGIS

PR_{FRE} Las pérdidas Fresnell son las producidas por reflexiones oblicuas en el vidrio del panel fotovoltaico y en las células. Estas pérdidas cambian durante el día según el ángulo de inclinación del sol y son mayores en sistemas fijos que en sistemas con seguimiento. Como este dato cambia durante el día y dependiendo del tipo de seguimiento solar, se utilizan tablas con valores medio como la que se muestra a continuación:

Table II: Performance due to the fresnel losses, $P_{FRE,i}$, for the Canary Islands mean latitude 28.45°N and mean day of the month.

Month	Fixed System	Azimuthal Tracking	Polar Tracking	Double Axis Tracking
January	0.948	0.988	0.992	1.000
February	0.926	0.989	0.994	1.000
March	0.913	0.991	1.000	1.000
April	0.898	0.993	0.993	1.000
May	0.914	0.994	0.982	1.000
June	0.886	0.994	0.989	1.000
July	0.883	0.993	0.991	1.000
August	0.902	0.993	0.989	1.000
September	0.887	0.991	0.999	1.000
October	0.934	0.990	0.997	1.000
November	0.937	0.987	0.992	1.000
December	0.944	0.986	0.990	1.000

Figura 1. Tabla valores de PR_{FRE} para cada mes.

En este caso, se considera un sistema fijo, se toma la primera columna de valores. A lo hora de trabajar con estos datos, se supone

que el valor de cada mes es el mismo para todas las horas de ese mes.

PR_{DIS} Las pérdidas por dispersión son aquellas debidas a las diferencias en la energía producida entre los módulos fotovoltaicos de una instalación. Estas diferencias son ocasionadas por la diferencia de potencia de los módulos de la instalación. Si los módulos tienen tolerancia positiva (0%,5%), las pérdidas por dispersión serían cero $PR_{DIS}=1$

PR_{CC} Corresponde a las pérdidas por efecto Joule en el cableado, así como en las conexiones, fusibles y caídas de tensión en los diodos. En una instalación fotovoltaica bien diseñada estas pérdidas deben de estar por debajo del 1,5%, Por lo tanto, se supone: $PR_{CC}=0,985$.

PR_{INV} Las pérdidas por transformación de corriente continua a corriente alterna, dependen de la curva de eficiencia del inversor utilizado en la instalación y del patrón de generación eléctrica de los módulos fotovoltaicos. Sin embargo, se suele utilizar como coeficiente de rendimiento para el inversor el valor de eficiencia europea dada por el fabricante para el inversor. En este caso $PR_{INV}=0,984$.

PR_{CA} Corresponde a las pérdidas por efecto Joule en el cableado, así como en las conexiones, magnetotérmicos, diferenciales, etc. Una instalación fotovoltaica bien diseñada debe tener unas pérdidas del cableado de CA inferiores 1,5%. Por ello, se asume que $PR_{CA}=0,985$

5.2. Energía consumida

Esta depende de la curva de consumo de cada instalación. En este caso, los consumos se aportan para la instalación industrial referida obtenidos mediante un contador existente en la instalación. En este caso, se tienen valores de energía consumida para cada hora.

5.3. Energía importada

El cálculo de la cantidad de energía que se requiere importar se basa en el concepto de balance. El balance se define como la diferencia entre la energía consumida y la energía producida. Si el balance es positivo, significa que la energía consumida es mayor que la energía producida, y la cantidad de energía importada es igual al valor del balance. Por otro lado, si el balance es negativo, implica que la energía producida es mayor que la energía consumida, y en este caso la cantidad de energía importada es cero. Sin embargo, en el contexto específico de esta instalación, el balance siempre es positivo debido a las características de la misma, ya que la energía consumida siempre supera a la energía producida, lo cual implica que la energía importada se determina exactamente por el valor del balance.

5.4. Energía ahorrada (kWh)

En este caso, como el balance es positivo, la energía ahorrada siempre es igual a la energía producida. En la Tabla 5, se muestra el total de la energía consumida, producida, el balance y la energía ahorrada para cada mes así como su valor total anual.

Tabla 5. Resumen de los valores de energía de cada mes y total anual.

Meses	Energía Consumida (kWh)	Energía Producida (kWh)	Balance (kWh)	Energía ahorrada (kWh)
Enero	626.047,0	35.161,9	590.885,1	35.161,9
Febrero	493.983,0	27.650,8	466.332,2	27.650,8
Marzo	604.777,0	42.332,2	562.444,8	42.332,2
Abril	527.197,0	45.047,6	482.149,4	45.047,6
Mayo	554.046,0	49.338,8	504.707,2	49.338,8
Junio	580.216,0	47.649,6	532.566,4	47.649,6
Julio	591.118,0	50.198,5	540.919,5	50.198,5
Agosto	614.942,0	46.957,4	567.984,6	46.957,4
Septiembre	605.163,0	44.836,9	560.326,1	44.836,9
Octubre	651.439,0	38.459,8	612.979,2	38.459,8
Noviembre	594.456,0	34.371,8	560.084,2	34.371,8
Diciembre	541.648,0	30.608,3	511.039,7	30.608,3
Total anual	6.985.032,0	492.613,6	6.492.418,4	492.613,6

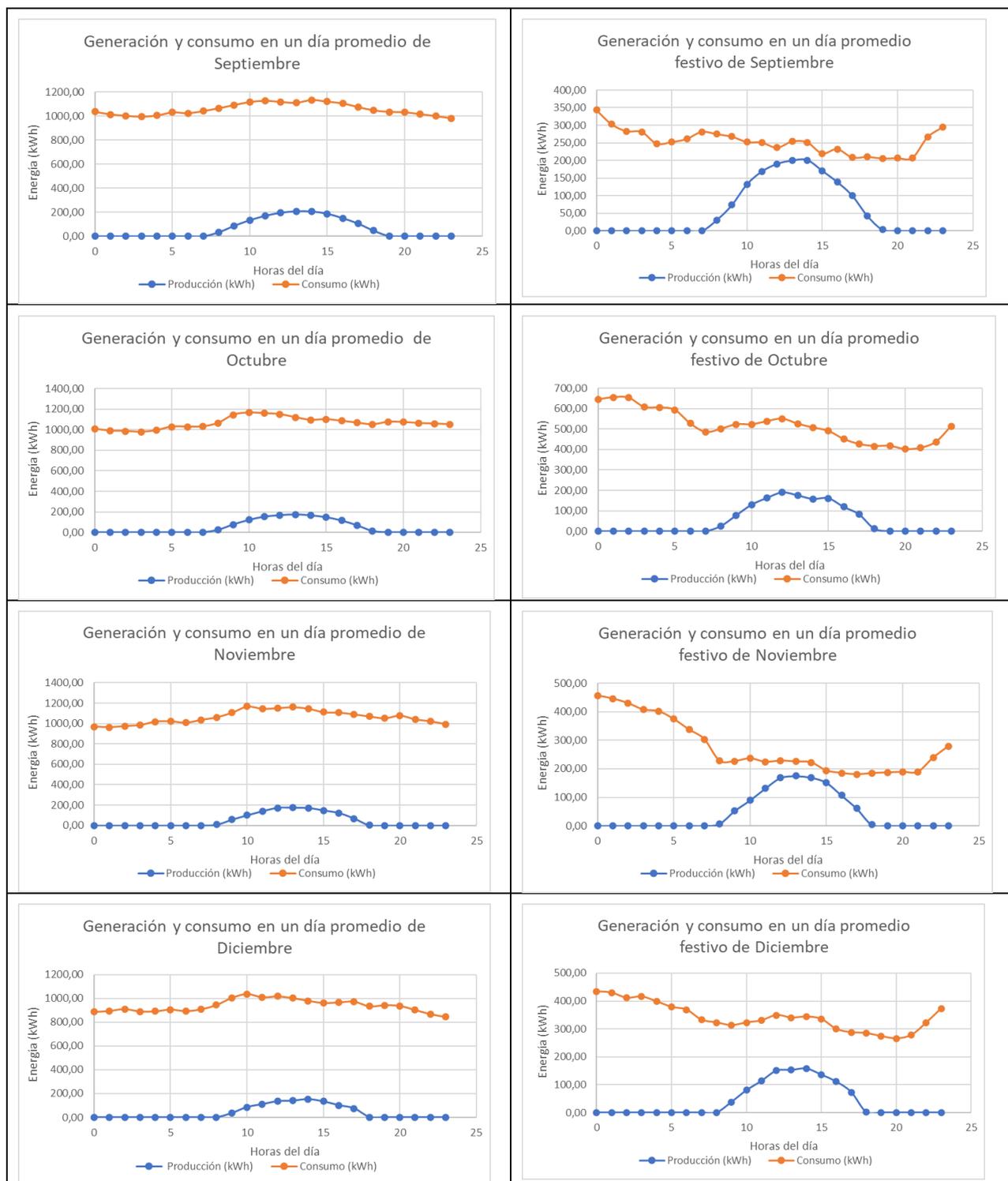
A continuación, se muestra en la Tabla 6, una recopilación de las gráficas de producción fotovoltaica y consumo de los contadores para un día promedio de cada mes.

En esta industria, generalmente no se trabaja los fines de semana y días festivos. Por lo tanto, se realiza una distinción entre los días laborables y los días festivos, lo que incluye los fines de semana de cada mes. Como resultado, para cada mes del año se obtienen dos tipos de gráficas: una para el promedio de los días laborables y otra para el promedio de los días festivos.

Tabla 6. Gráficas de Producción y consumo de cada mes para un día promedio laborable y para un día festivo.







Como se puede observar en las gráficas de consumo para los días festivos, existe un consumo de energía para cada hora a pesar de que no se suele fabricar estos días. Por otro lado, los gráficos de consumo de los días laborables tienen una tendencia lineal con una pendiente casi nula pues durante estas jornadas la producción es ininterrumpida.

En líneas generales, la producción permanece sin grandes cambios con un máximo general en torno a 200 kWh ubicado en las horas centrales del día, entre las 12 y 14 horas. Percibiendo cambio en los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre) pues hay más horas de sol y, por lo tanto, la gráfica de producción es más ancha.

Lo que resulta más importante es que, para todas las gráficas, tanto para el promedio laborable como para el festivo, la producción de energía solar es menor que el consumo dado por los consumidores en fábrica.

A modo de resumen, se muestra en la Figura 2, la representación de la energía producida por la instalación fotovoltaica y el consumo de la industria referida.

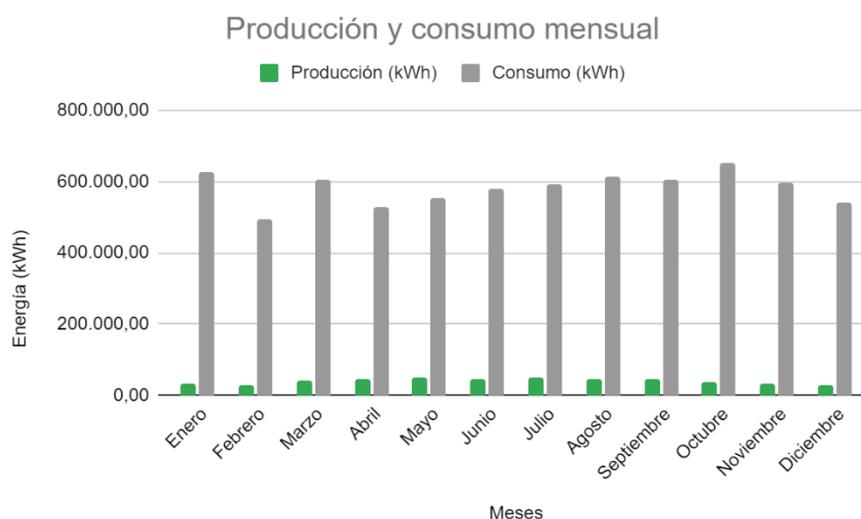


Figura 2. Producción y consumo mensual.

6. CÁLCULO ECONÓMICOS

La empresa nombrada, facilita los consumos de electricidad cada hora para todos los días del año. Siendo un total 8.760 datos (24 horas x 365 días del año). Partiendo de estos consumos, se necesita establecer un coste para cada uno de estos datos. Para ello, es necesario analizar el tipo de factura contratada.

La industria que se está estudiando, tiene una factura con 6 periodos donde el P1 debe ser menor o igual a la del P2, la del P2 menor o igual a la del P3, y así, sucesivamente hasta el periodo P6. En función a estos precios establecidos de forma diaria para cada periodo y a las lecturas que proporcionan los equipos de medida.

ISLAS CANARIAS													
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	SÁBADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS
0-1	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1-2	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2-3	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3-4	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4-5	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5-6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6-7	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7-8	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8-9	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
9-10	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
10-11	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
11-12	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
12-13	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
13-14	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
14-15	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
15-16	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
16-17	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
17-18	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
18-19	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
19-20	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
20-21	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
21-22	P2	P2	P2	P4	P4	P4	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P6
22-23	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6
23-0	P4	P4	P4	P5	P5	P5	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P6

Figura 3. Periodos de facturación para cada hora en función a los meses para Canarias

En la Figura 3, se observa bajo qué periodo se factura la electricidad de cada hora para cada mes, incluyendo los días festivos. Destaca la presencia del P6 en todas las horas nocturnas, de 0 a 7 de la mañana como periodo común. Sin embargo, el resto de horas de cada mes se divide básicamente en dos periodos diferentes. A continuación, se pone a modo de ejemplo la factura cuyo periodo de facturación es el mes de diciembre del año 2022. En términos generales, la factura se define en dos grandes bloques. La potencia contratada y el coste de la energía “no Prefijada”. En este caso, para comparar los precios con una instalación fotovoltaica, sólo se toma el último término de la energía no prefijada que

depende de los precios de los periodos de facturación de ese mes. Concretamente en este caso, se consideran los periodos P2, P3 y P6 cuyos precios por kWh se muestran resaltados en rojo.

Datos C.C. Cliente		Electricidad
Razón Social: [REDACTED]		
NIF/CIF: [REDACTED]		
Dir.Fiscal: [REDACTED]		
Dir.Sumministro: [REDACTED]		
CUPS: [REDACTED]		

RESUMEN DE LA FACTURA	
Fecha Factura: 17 de febrero de 2023	
Fecha Devengo: 15 de enero de 2023	
Período facturación: del 01/12/2022 al 31/12/2022	
Factura nº: [REDACTED]	
Total Factura	[REDACTED] €

CONCEPTO	CÁLCULO	IMPORTE
Financiación Bono Social	31 días x [REDACTED] EUR/día	[REDACTED]
Fact. Potencia Contratada	P1: 1.325 kW x [REDACTED] Eur/kW = [REDACTED] Eur P2: 1.325 kW x [REDACTED] Eur/kW = [REDACTED] Eur P3: 1.325 kW x [REDACTED] Eur/kW = [REDACTED] Eur P4: 1.325 kW x [REDACTED] Eur/kW = [REDACTED] Eur P5: 1.325 kW x [REDACTED] Eur/kW = [REDACTED] Eur P6: 1.650 kW x [REDACTED] Eur/kW = [REDACTED] Eur [REDACTED] Eur X 31 DIAS / 365 días	[REDACTED]
Fact. Potencia Demandada Cuarto-horaria	P2: [REDACTED] EUR P3: [REDACTED] EUR	[REDACTED]
Costes Energía no Prefijada	P2: [REDACTED] kWh x 0,221757 Eur/kWh = [REDACTED] Eur P3: [REDACTED] kWh x 0,128736 Eur/kWh = [REDACTED] Eur P6: [REDACTED] kWh x 0,114011 Eur/kWh = [REDACTED] Eur	[REDACTED]
Impuesto sobre la Electricidad	0,5 % sobre [REDACTED] Eur	[REDACTED]
Alquiler de Equipos de Medida		[REDACTED]
IGIC reducido	3 % sobre [REDACTED] EUR	[REDACTED]
IGIC normal	7 % sobre [REDACTED] EUR	[REDACTED]
Total Factura		[REDACTED] EUR

Figura 4. Ejemplo de factura para el periodo de diciembre de 2022

Partiendo de todas las facturas del año 2022, se lleva a cabo un análisis de los precios con el fin de establecer un único precio medio para cada periodo y de esta forma simplificar el análisis.

Para ello, se analizan todos los precios de cada periodo de forma mensual. Sin embargo, existe una dispersión elevada de los precios debido a que en los primeros meses del año 2022 hubo una subida desmesurada en los costes de la energía, debido, al conflicto bélico entre

Ucrania y Rusia Figura 5. Por lo tanto, tomar una media no reflejaría un valor fiel a la realidad.

Con el fin de tener información más fiable, se añade a este análisis los tres primeros meses de 2023, siendo estos meses los 13,14 y 15 representados en la Figura 5, mostrando el coste para cada periodo de forma mensual.

Destaca la comparación de los precios para los P2, P4 y P6 para los primeros meses de 2022 (meses 1,2 y 3 en la Figura 5) frente al valor de los esos mismos meses de 2023 (meses 13,14 y 15 en la Figura 5). En 2022 alcanza a un máximo de 0,52 €/kWh en el P2 de marzo frente a los 0,15 €/kWh de P2 en 2023.

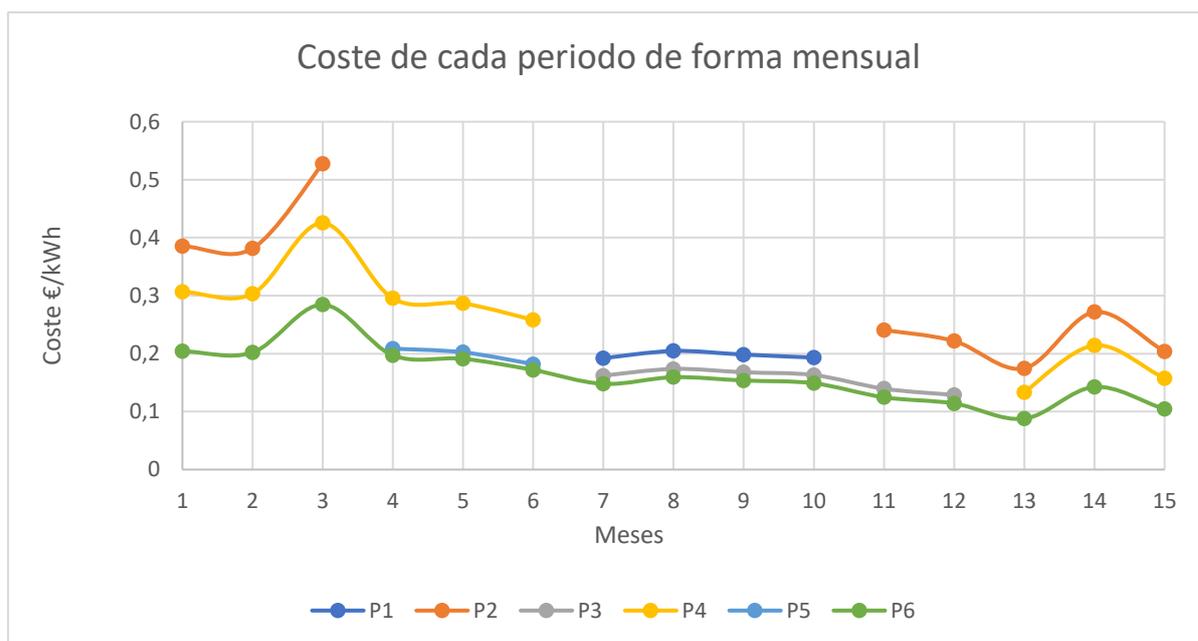


Figura 5. Coste de cada periodo por meses

A partir de este análisis de los valores, se opta por establecer el precio de cada periodo en función a la última tarifa de la que se tiene información, es decir, para el P2, P4 y P6 se toma el último mes de marzo (mes 15 en la Figura 5). Por otro lado, para P1 y P3 se toma el mes de octubre. Sin

embargo, para el resto de periodos se lleva a cabo una media manteniendo la correlación

$$P1 > P2 > P3 > P4 > P5 > P6. \quad (1)$$

En base a esta información, se define finalmente el precio para cada periodo reflejados en la Tabla 7.

Tabla 7. Costes por periodos.

P1	0,204
P2	0,175
P3	0,166
P4	0,157
P5	0,131
P6	0,104

A partir de los valores fijos para cada periodo, se puede definir el costo asociado a los consumos facilitados por el contador de la empresa, teniendo en cuenta los valores de consumo de cada hora en todos los meses.

Es decir, partiendo de los 8.760 datos de consumo anual correspondientes a cada hora del año de estudio, se establece cuál es el periodo de consumo de cada una de estas horas reflejado en la Figura 3 de este documento. Además, a partir de la Tabla 7, se puede definir cuál es el precio para cada periodo y por lo tanto, cada hora ya tiene asociado un coste.

Partiendo de este valor de coste, se puede calcular el ahorro supuesto al implementar esta instalación fotovoltaica. Donde el importe ahorrado es la cantidad de energía que se ahorra por el precio de compra.

Además, se calcula también el importe de factura sin fotovoltaica para estimar la energía que se tendría que facturar al no existir la instalación fotovoltaica. Es decir, la energía consumida por el precio de compra.

Para realizar un análisis más exhaustivo, se introducen los siguientes conceptos:

Cuota de autoconsumo anual: Es el porcentaje de energía eléctrica fotovoltaica generada en un año sobre el total de energía eléctrica anual. Es decir, interesa que esta cuota sea elevada porque implicaría que una gran parte de la energía que se está consumiendo proviene de las placas fotovoltaicas.

$$\text{cuota autoconsumo} = \text{Producción/Consumo} \quad (2)$$

Cuota autárquica anual: Es el porcentaje de la demanda energética que se cubre con energía solar fotovoltaica autogenerada en un año.

$$\text{cuota autárquica} = E. \text{ Ahorrada/Consumo} \quad (3)$$

En este caso, el valor de la cuota de autoconsumo anual y la cuota autárquica anual coinciden porque la energía ahorrada es igual a la energía producida. El valor de estas cuotas es de 7,05%.

Finalmente en la Tabla 8, se muestra el importe de los consumos sin la instalación fotovoltaica y el importe ahorrado al instalarla.

Tabla 8. Resumen de los valores de importe ahorrado y cuotas mensuales y anuales

Meses	Importe sin instalación FV (€)	Importe Ahorrado (€)
Enero	91.810,0	5.884,11
Febrero	72.205,0	4.572,49
Marzo	88.725,6	7.084,33
Abril	69.647,4	6.373,38
Mayo	73.257,1	7.159,25
Junio	76.633,4	6.982,21
Julio	94.692,0	9.323,57
Agosto	98.885,5	8.830,05
Septiembre	97.002,2	8.492,31
Octubre	104.335,5	7.103,33
Noviembre	88.531,1	5.870,45
Diciembre	80.647,0	5.212,30
Total anual	1.036.371,7	82.887,78

Por último, se hace una estimación del tiempo de amortización de la instalación considerando el coste total de la instalación (348.551,22 €) y el ahorro anual que produce la instalación (82.887,78 €). Tal y como se ve en la Figura 6, pasados un poco más de cuatro años, la instalación comienza a ofrecer beneficios.

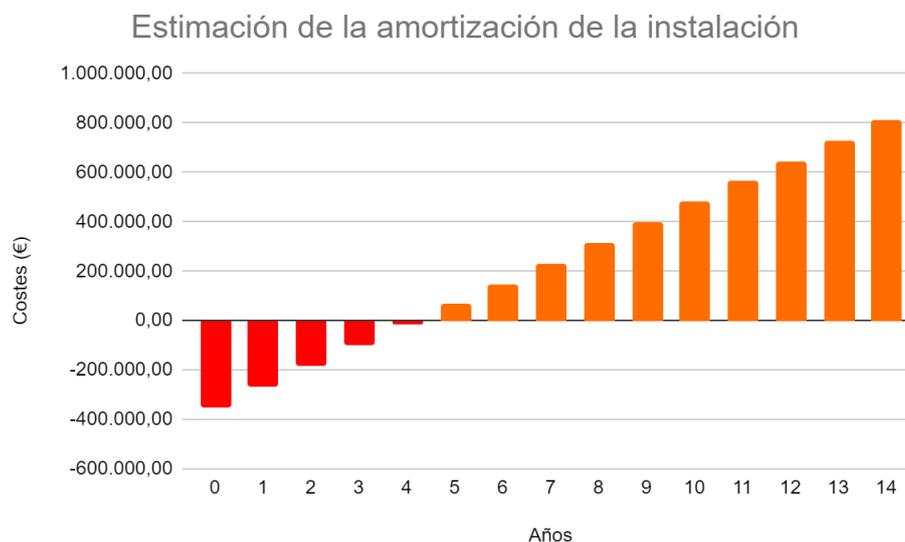


Figura 6. Estimación de la amortización.

7. CÁLCULO EMISIONES

Resulta de interés calcular las emisiones de CO₂ emitidas a la atmosfera tras la ubicación de esta instalación. Actualmente, la instalación obtiene toda su energía a través de combustibles fósiles. A continuación, se procede al cálculo de las emisiones generadas tomando de la página de Red eléctrica, el valor de tonelada equivalente. En este caso para combustibles fósiles se encuentra en torno a 0,120 tCO₂ eq/MWh. Se calcula las emisiones que generaría la planta sin la instalación fotovoltaica y se compara con las emisiones que se están evitando gracias a la instalación de estos paneles solares

$$\text{Emisión iniciales } CO_2 = 0,120 \cdot 6.985.032 = 839,20 \text{ tCO}_2\text{eq} \quad (4)$$

$$\text{Emisiones evitadas} = 0,120 \cdot 492.613,63 = 59,18 \text{ tCO}_2\text{eq} \quad (5)$$

8. CONCLUSIONES

Se observa que el porcentaje de autoconsumo resulta muy pequeño pues los consumos de esta industria son muy elevados en comparación al espacio disponible para ubicar los módulos fotovoltaicos. Por lo tanto, sería conveniente aumentar el número de paneles para llegar a cubrir mayor demanda, sin embargo, esto actualmente no es posible dadas la dimensiones de la cubierta.

Este mismo resultado se refleja en las curvas de consumo y producción, pues, la curva de generación es muy pequeña en comparación a la curva de consumo. Sin embargo, a pesar de parecer poco, esto supone un ahorro de 82.887,78 € al año. Además, a los cuatro años y medio la instalación quedaría amortizada. Por último, cabe destacar la reducción de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, concretamente de 59,18 toneladas equivalentes de CO₂.

**ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE
POSGRADO**

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR
DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

ANEXO III: ANÁLISIS DE VIENTO

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González

ÍNDICE

1.	GENERALIDADES	4
2.	ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.....	4
2.1.	Cargas permanentes	4
2.2.	Acción de viento	5
2.2.1.	Coeficiente de exposición (Ce)	7
2.2.2.	Coeficiente eólico (cp) cp y cálculo de la presión estática (qe) ...	8
3.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS:.....	13
2.3.	Justificación de contrapesos.	15
2.4.	Disposición de los contrapesos.....	16

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Tabla D.4 del Anejo D DB-SE-AE.	8
Figura 2.	Planta y sección del alzado.....	9
Figura 3.	División de zonas para la hipótesis de viento a 0 grados.	10
Figura 4.	Tabla 3.4 del DB-SE-AE.....	10
Figura 5.	División de zonas para la hipótesis de viento a 90 grados.	12
Figura 6.	Representación zona H y zona I.	14
Figura 7.	Tabla 4.1 del DB SE.....	15
Figura 8.	Tipo de contrapeso para la zona H e I.	16

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Características de los paneles	4
Tabla 2. Datos y cálculo del coeficiente de exposición.	7
Tabla 3. Alturas de la edificación.....	9
Tabla 4. Datos para la dirección del viento a 0 grados.	9
Tabla 5. Valores de presión del viento hipótesis 0 grados.....	11
Tabla 6.Valores de presión del viento por panel para la hipótesis 0 grados.....	11
Tabla 7.Datos para la dirección del viento a 90 grados.	12
Tabla 8.Valores de presión del viento hipótesis 90 grados.	13
Tabla 9. Valores de presión del viento por panel para la hipótesis 90 grados.....	13
Tabla 10. Presión estática para cada zona.	14

1. GENERALIDADES

El propósito del presente Anexo es analizar la estabilidad de los paneles fotovoltaicos frente a las acciones de viento a las que pueden verse sometidas, de acuerdo con la legislación vigente.

El Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico SE-AE, Seguridad Estructural Acciones en la edificación, establece las cargas de viento que deben ser consideradas en las edificaciones. En este caso particular de estudio, los paneles se encuentran ubicados sobre la cubierta del edificio, ocupando gran parte de ella. Por ello, se establece como objetivo comprobar que los paneles fotovoltaicos son capaces de soportar las acciones consideradas en el referido Documento Básico.

2. ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

En el presente apartado, se analiza la estabilidad estructural de los paneles sobre la cubierta de la edificación considerando las cargas permanentes y las cargas de viento.

2.1. Cargas permanentes

Como cargas permanentes se considerará el peso propio de los paneles y el peso de las estructuras en las que se apoyan los paneles que actúan como contrapeso.

Tabla 1. Características de los paneles

Peso (kg)	27,2
Largo (mm)	2.256
Ancho (mm)	1.133

La superficie de cada panel se calcula como:

$$Largo \cdot Ancho = 2,256 \text{ m} \cdot 1,133 \text{ m} = 2,55 \text{ m}^2 \quad (1)$$

Se define la carga unitaria:

$$\text{Peso panel} \cdot \text{superficie panel} = 27,2 \text{ kg} / 2,55 \text{ m}^2 = 10,66 \text{ kg/m}^2 \quad (2)$$

Se plantean dos tipos de sistemas de soportes para los paneles, en base al requerimiento del contrapeso necesario.

Tipo 1: se establece para cada paneles con un bloque de hormigón a cada lado, es decir, los paneles anexos comparten el contrapeso considerando por lo tanto, un contrapeso por panel.

Se calcula el peso del lastre:

$$1 \text{ lastre} \cdot \frac{84 \text{ kg}}{2,55 \text{ m}^2} = 32,94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (3)$$

En este caso se tiene una carga permanente total de:

$$10,66 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 32,94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \mathbf{43,60} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (4)$$

Tipo 2: Se disponen dos contrapesos en cada panel, uno por cada lado, pero en el caso de dos paneles juntos existen dos contrapesos entre ellos. En este supuesto cada panel tiene dos contrapesos.

Se calcula el peso del lastre:

$$2 \text{ lastres} \cdot \frac{84 \text{ kg}}{2,55 \text{ m}^2} = 65,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (5)$$

En este caso se tiene una carga permanente total de:

$$10,66 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 65,88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = \mathbf{76,54} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (6)$$

2.2. Acción de viento

Se tendrán en cuenta las cargas de viento de acuerdo al CTE, Documento Básico SE-AE.

Se analizan dos hipótesis de viento, una en la dirección Sureste-Noroeste (que denominamos cero grados y otra en la dirección de Suroeste-Noreste (que denominamos 90 grados).

En todos los casos el viento origina una succión sobre la cubierta del edificio que consideraremos como una fuerza ascendente y perpendicular a la superficie de cada punto de la cubierta y, al encontrarse allí los paneles fotovoltaicos, supondremos que serán ellos los que reciban esta succión de viento.

La presión que genera el viento, según se formula en el Código Técnico, se define como una presión estática q_e bajo la ecuación (7):

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (7)$$

siendo:

- q_b la presión dinámica del viento, de valor 0,52 kN/m², para la zona de Canarias, de acuerdo con el Anejo D del DB.
- c_e el coeficiente de exposición, variable con la altura y con el grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la edificación, que determinaremos a partir de las consideraciones establecidas en el apartado D.2 del Anejo D del DB.
- c_p el coeficiente eólico, que depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento considerado, que determinaremos a partir de la tabla D.4 Cubiertas planas, del Anejo D del DB.

A continuación se procede al cálculo de cada uno de los parámetros que definen la presión estática.

2.2.1. Coeficiente de exposición (C_e)

Se indica en el apartado D.2 del Anejo D del DB SE-AE, que el coeficiente de exposición C_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 metros, puede determinarse con la expresión dada por la ecuación (8)

$$c_e = F \cdot (F + 7 \cdot k) \quad (8)$$

Donde F se define como:

$$F = \ln \left(\frac{\max(z, Z)}{L} \right) \quad (9)$$

El valor de z representa la altura de la cubierta además de la altura del terreno exterior, en este caso será la altura de la cubierta del edificio al considerar el terreno a nivel cero, por lo que z serán 10 metros, dado por la altura de la cubierta más el parapeto.

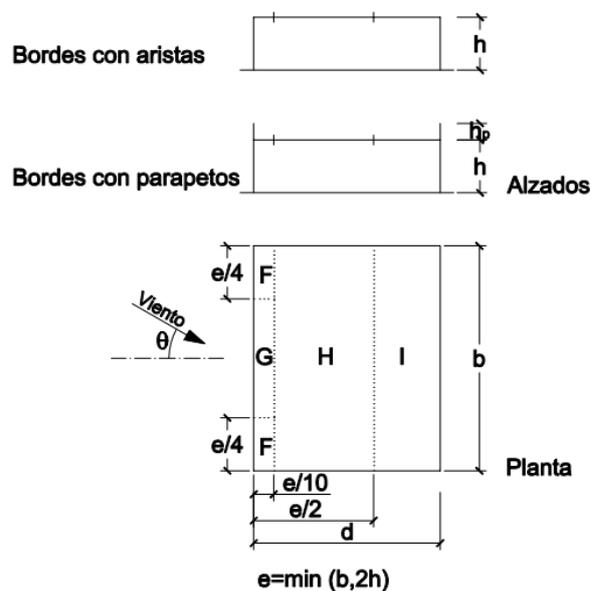
Los valores k , L y Z se obtienen de la tabla D.2 en función del grado de aspereza del entorno. Considerando que la cubierta se encuentra ubicada en zona V, se establecen los siguientes valores necesarios para el cálculo del coeficiente de exposición:

Tabla 2. Datos y cálculo del coeficiente de exposición.

K	0,24
L (m)	1,0
Z (m)	10,0
F	0,55
C_e	1,23

2.2.2. Coeficiente eólico (c_p) c_p y cálculo de la presión estática (q_e)

El coeficiente eólico (c_p), depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento considerado. Para hacer este análisis, se asemeja la estructura a una cubierta plana para poder definir los coeficientes de presión exterior para cada sección de superficie aplicando la tabla D.4. del DB-SE-AE.



	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2	

Figura 1. Tabla D.4 del Anejo D DB-SE-AE.

A continuación, se establecen los datos necesarios de altura reflejados también en la Figura 2.

Tabla 3. Alturas de la edificación.

(Altura del edificio) h (m)	9
(Altura del parapeto) h_p (m)	1,0

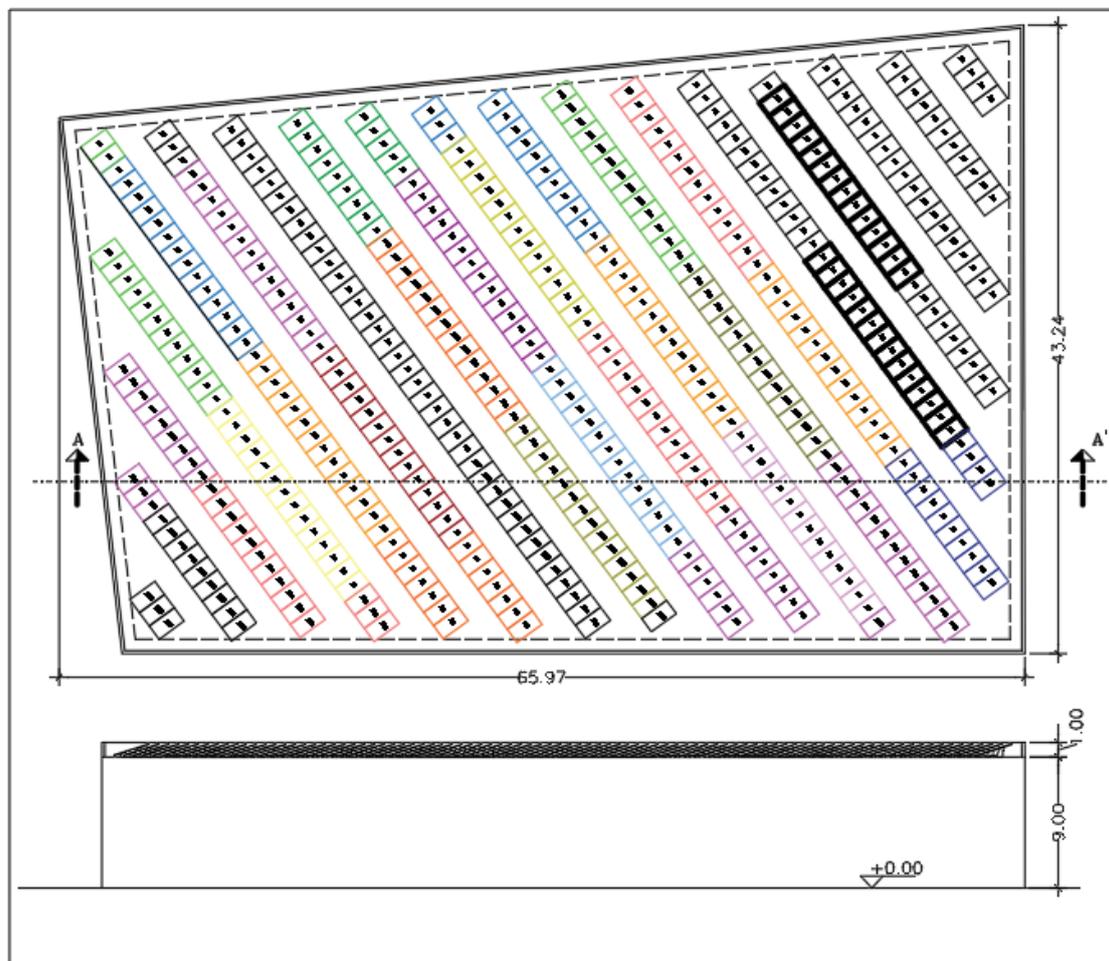


Figura 2. Planta y sección del alzado.

DIRECCIÓN DE VIENTO 0 GRADOS:

Tabla 4. Datos para la dirección del viento a 0 grados.

(Fondo de la edificación) d (m)	43,24
(Ancho de la edificación) b (m)	61,66
$e = \text{mínimo}(b; 2 \cdot h)$ (m)	18,0
$e/2$ (m)	9,0
$e/4$ (m)	4,5
$e/10$ (m)	1,8
h_p/h	0,11

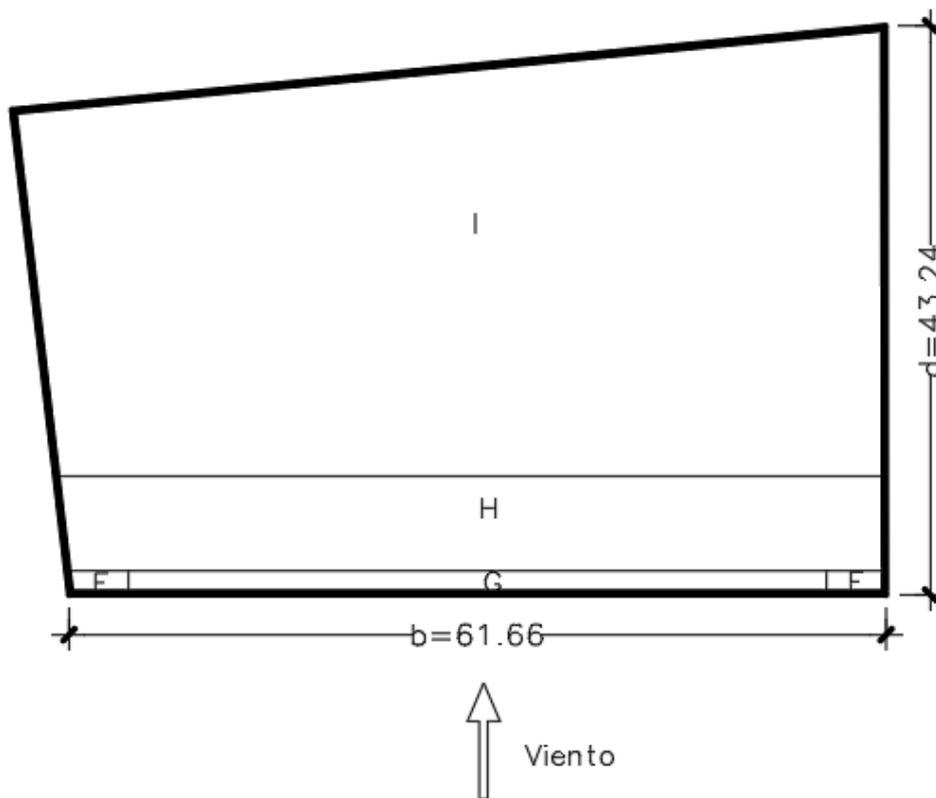


Figura 3. División de zonas para la hipótesis de viento a 0 grados.

A partir de estos valores, se determina la superficie de cada zona. Seguidamente, de la tabla D.4 se obtienen los coeficientes de presión exterior para cada zona.

A continuación, se toma el coeficiente de exposición (C_e) de la correspondiente a la Tabla 3.4 (Figura 4) del citado documento básico.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición C_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Figura 4. Tabla 3.4 del DB-SE-AE.

En este caso, al tratarse de una industrial, con una altura de 3m, se establece un valor del coeficiente de exposición (C_e) de 1,23.

Por otro lado, para el valor de la presión dinámica del viento (q_b), se puede establecer de forma simplificada un valor de $0,52\text{kN/m}^2$ para cualquier punto del territorio español.

A partir de estos datos, se calcula la presión que genera el viento para cada zona haciendo uso de la ecuación (7)

Tabla 5. Valores de presión del viento hipótesis 0 grados.

Zona	Área (m^2)	C_p	q_e (kN/m^2)	q_e (kgf/m^2)
F	6,9	-1,3	-0,83	-83
G	84,2	-0,8	-0,51	-51
H	445,5	-0,7	-0,45	-45
I	1.976,6	-0,2	-0,13	-13

Teniendo en cuenta que la superficie de cada panel es de $= 2,55 \text{ m}^2$

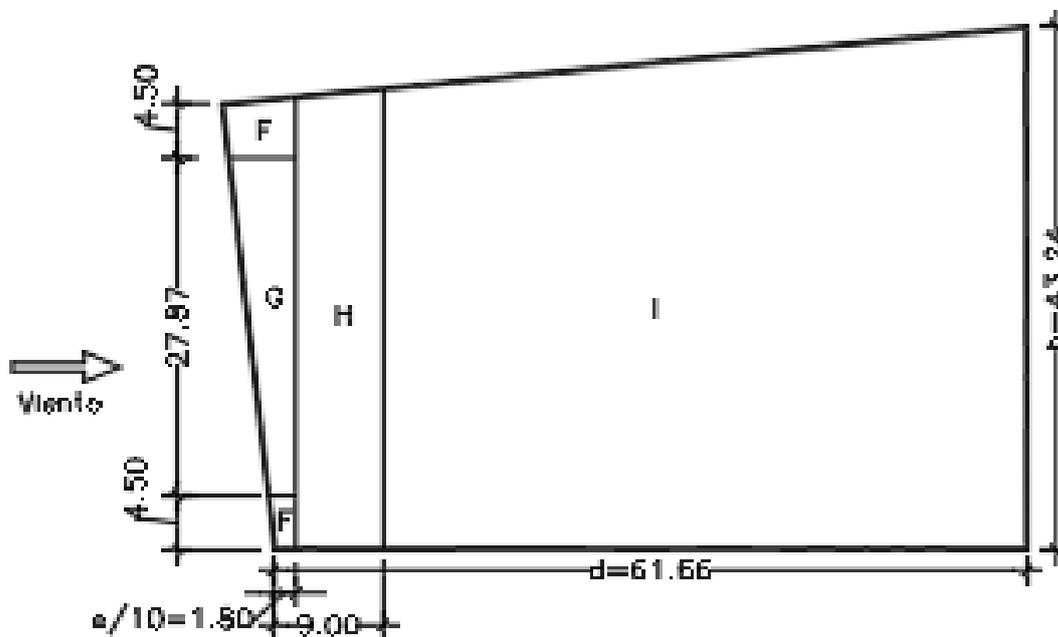
Se obtienen los siguientes valores de succión de viento en cada panel, según la zona:

Tabla 6. Valores de presión del viento por panel para la hipótesis 0 grados.

Zona	C_p	q_e (kN/m^2)	Succión viento (q) (kN)	Succión viento (q) (kgf)
F	-1,3	-0,83	-2,12	-212
G	-0,8	-0,51	-1,30	-130
H	-0,7	-0,45	-1,15	-115
I	-0,2	-0,13	-0,33	-33

DIRECCIÓN DE VIENTO 90 GRADOS.*Tabla 7. Datos para la dirección del viento a 90 grados.*

(Fondo de la edificación) d (m)	61,66
(Ancho de la edificación) b (m)	43,24
$e = \text{mínimo}(b; 2 \cdot h)$ (m)	18,0
$e/2$ (m)	9,0
$e/4$ (m)	4,5
$e/10$ (m)	1,8
h_p/h	0,11

*Figura 5. División de zonas para la hipótesis de viento a 90 grados.*

A partir de estos valores, se determina la superficie de cada zona. Seguidamente, de la tabla D.4 se obtienen los coeficientes de presión exterior para cada zona.

A continuación, se toma el coeficiente de exposición (C_e) de la correspondiente a la Tabla 3.4 (Figura 4) del citado documento básico.

Tabla 8. Valores de presión del viento hipótesis 90 grados.

Zona	Área (m ²)	C _p	q _e (kN/m ²)	q _e (kgf/m ²)
F	26,0	-1,2	-1,11	-111
G	104,0	-0,8	-0,74	-74
H	269,3	-0,7	-0,45	-45
I	2.112,1	-0,2	-0,13	-13

Teniendo en cuenta que la superficie de cada panel es de = 2,55 m²

Se obtienen los siguientes valores de succión de viento en cada panel, según la zona:

Tabla 9. Valores de presión del viento por panel para la hipótesis 90 grados.

Zona	C _p	q _e (kN/m ²)	Succión viento (q) (kN)	Succión viento (q) (kgf)
F	-1,2	-1,11	-1,96	-196
G	-0,8	-0,74	-1,30	-130
H	-0,7	-0,45	-1,15	-115
I	-0,2	-0,13	-0,33	-33

3. RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS:

En base a las hipótesis de viento consideradas, se establece que los cálculos de las hipótesis de viento (180 grados y 270 grados) que faltan por calcular, son simétricas a las hipótesis de 0 y 90 grados.

	Hipótesis 0 grados	Hipótesis 90 grados
Zona	q _e (kN/m ²)	q _e (kN/m ²)
F	-0,83	-1,11
G	-0,51	-0,74
H	-0,45	-0,45
I	-0,13	-0,13

El orden de magnitud de las áreas para todas las hipótesis es similar, las zonas F y G los valores perimetrales con menor superficie ocupada. Además, en los resultados obtenidos se comprueba que las ca carga del viento es la misma para la zona H e I independientemente de la hipótesis referida. Por todo lo anteriormente expuesto, se simplifica el análisis a dos áreas diferenciadas en la superficie de estudio, la zona H y la zona I, como se muestra en la Figura 6.

La presión estática se asume uniforme para cada una de estas zonas siendo:

Tabla 10. Presión estática para cada zona.

Zonas	Presión estática (q_e) (kN/m ²)
H	-0,45
I	-0,13

En base a estas zonas diferenciadas, el contrapeso de los paneles ubicados en cada zona será diferente en función a la presión estática.

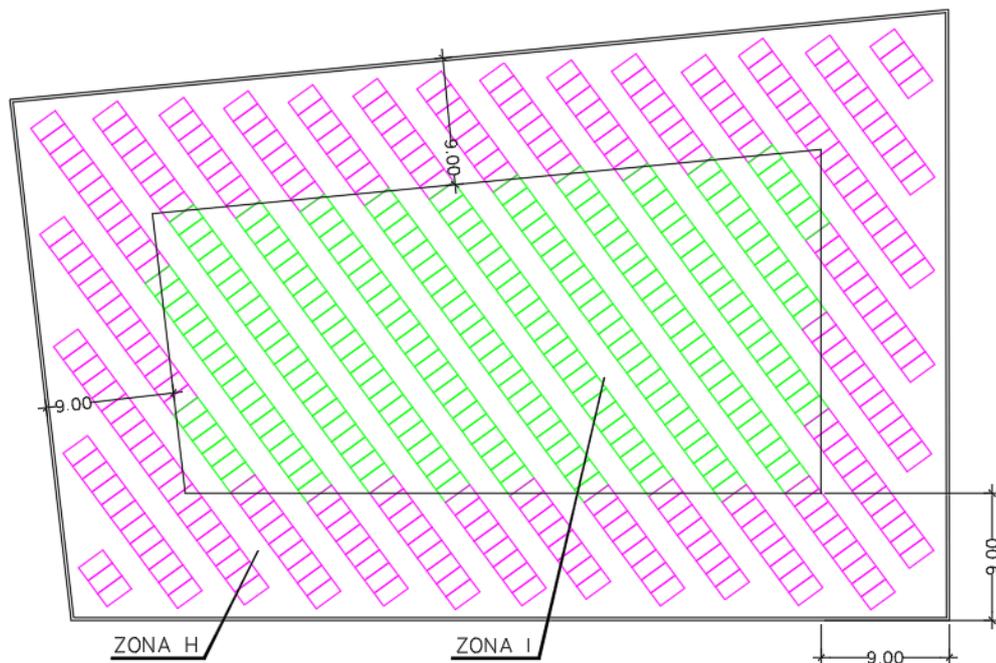


Figura 6. Representación zona H y zona I.

2.3. Justificación de contrapesos.

ZONA H:

En la zona H se adoptará la solución de 2 contrapesos por panel, por lo que la carga permanente total sería 76,54 kgf/m², como se justificó anteriormente. Para verificar si esta solución es adecuada. Se compara la carga de la estructura del contrapeso y el panel con respecto al valor de la acción del viento aplicándole un coeficiente de mayoración. Este valor se establece por criterio propio tomando el DB SE, en concreto, la tabla 4.1 del citado documento, tomando el viento como una acción desfavorable y variable.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Figura 7. Tabla 4.1 del DB SE.

En este caso, la carga de succión para la zona H es de 45 kgf/m²

$$\text{Coeficiente de seguridad} = \frac{\text{contrapeso}}{\text{carga viento}} \quad (10)$$

El coeficiente de seguridad resulta de 1,70 siendo mayor al 1,50 establecido y por lo tanto, se considera válido el sistema de sujeción.

ZONA I:

En la zona I se adoptará la solución de 1 contrapeso por panel, por lo que la carga permanente total sería $43,60 \text{ kgf/m}^2$, como se justificó anteriormente. En este caso también se busca comprobar que el coeficiente de seguridad es superior al 1,5 establecido. Aplicando la ecuación (10), se define el coeficiente de seguridad como 3,35 y por lo tanto al ser mayor de 1,5 se considera válido el sistema de sujeción.

2.4. Disposición de los contrapesos.

En conclusión, hay dos tipos de soluciones diferentes para los contrapesos, según la zona en la que se encuentren los paneles fotovoltaicos. En la zona H se dispondrán dos contrapesos por panel y en la zona I un contrapeso por panel.

En el siguiente esquema se muestra las zonas y el tipo de solución en cada una de ellas.

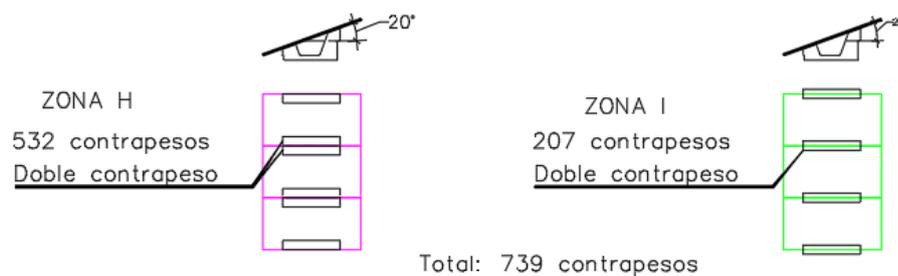


Figura 8. Tipo de contrapeso para la zona H e I.

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

ANEXO IV. ANÁLISIS DISPOSICIÓN PANELES

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	CÁLCULO DISTANCIA ENTRE FILAS DE PANELES	3
3.	PROBLEMÁTICA PLANTEADA.....	4
4.	POSIBLES SOLUCIONES	5
5.	SOLUCIÓN ESCOGIDA.....	7
6.	BIBLIOGRAFÍA	8

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	Distancia mínima entre paneles según calculadora online.	3
Figura 2.	Esquema para calcular distancia "d" entre filas.	4

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1.	Disposición en planta de los paneles para cada opción	6
Tabla 2.	Resumen de las opciones consideradas.....	7

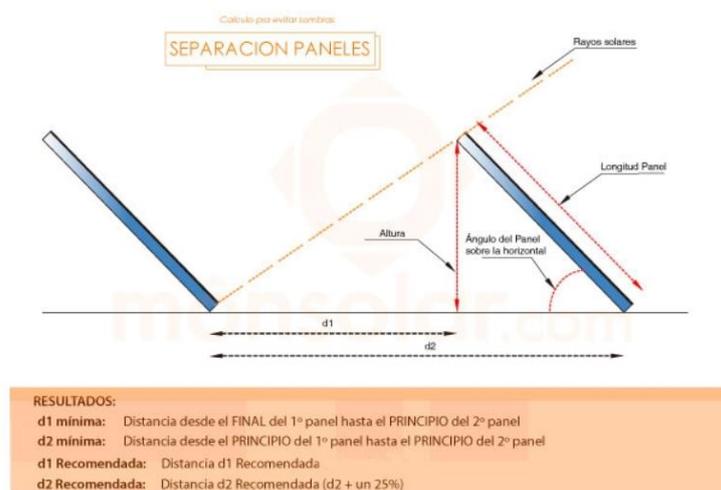
1. INTRODUCCIÓN

A la hora de establecer las características de una instalación fotovoltaica resulta de suma importancia definir la inclinación y orientación de los paneles porque depende de diversos parámetros. A continuación, se definen cinco casos estudiados para poder definir la inclinación y orientación óptima de los paneles en estas circunstancias.

2. CÁLCULO DISTANCIA ENTRE FILAS DE PANELES

Para poder hacer este análisis de distribución, es importante definir la geometría del panel en planta al modificar su inclinación y la distancia elegida entre filas de paneles para evitar las posibles proyecciones de sombras que puedan surgir.

En este caso, el cálculo de la distancia entre paneles para evitar sombras se ha evaluado haciendo uso de una calculadora online para estimar la distancia introduciendo como datos de entrada el valor de la latitud del lugar (28,44), la longitud total del panel (2,256 m) y la inclinación deseada para cada caso.



Tipo de Tejado	Ángulo de inclinación tejado (Ángulos en positivo)	Latitud del lugar	Longitud del panel en metros	Ángulo del panel sobre la Horizontal	d1 mínima	d1 Recomendada
Horizontal	0	28.44	2.256	20	0.985	1.762

Figura 1. Distancia mínima entre paneles según calculadora online.

Además, se utiliza otro método para calcular la distancia entre filas tomando como referencia la Figura 2, para definir la distancia “d” representada en el esquema.

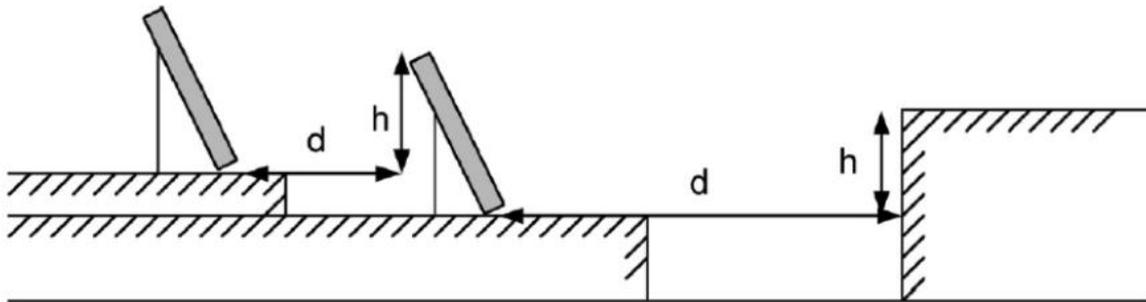


Figura 2. Esquema para calcular distancia "d" entre filas.

$$d = k \cdot h = \frac{h}{\tan(61 - \text{latitud})} \quad (1)$$

Donde h se calcula como:

$$h = \text{sen}(\text{inclinación}) \cdot \text{longitud panel} \quad (2)$$

Se calcula:

Latitud del lugar	28,444
Longitud del panel (m)	2,256
Inclinación (grados)	20
h	0,772
k	1,566
d	1,209

En base a estas distancias propuestas, se elige finalmente la distancia entre filas de paneles.

3. PROBLEMÁTICA PLANTEADA

Debido a la geometría de la cubierta, surge el dilema en la forma de colocar los módulos solares pues la orientación de la cubierta es de 36 grados hacia el oeste.

Se busca la mejor solución en base a los siguientes criterios:

- Número de paneles en la cubierta.
- Inclinación de la cubierta.
- Orientación de los paneles.
- Colocación vertical u horizontal.

4. POSIBLES SOLUCIONES

Tomando estas variables, se opta por considerar varias opciones que combinen las variables con el fin de obtener el mejor compromiso entre generación y costes.

Inicialmente se toman dos opciones con disposición del panel en vertical con una inclinación de 25° y tomando dos valores de azimut, a 0° y a 36° . A continuación, se evalúan dos propuestas tomando la orientación del panel en horizontal a 20° y tomando también dos valores distintos de azimut. Por último, se toma una disposición en vertical a 20° para los dos valores de azimut. A continuación, en base a estas características se dimensiona el número de paneles que cabe en la cubierta para poder estimar la producción pico que tendría la instalación en cada disposición.

A continuación, tomando la producción pico, la inclinación y la latitud y longitud del lugar se calcula por la página PVGIS la producción de energía anual en kWh. Estos resultados se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1. Disposición en planta de los paneles para cada opción

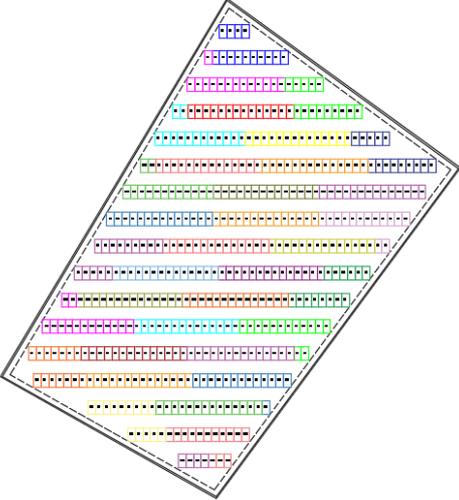
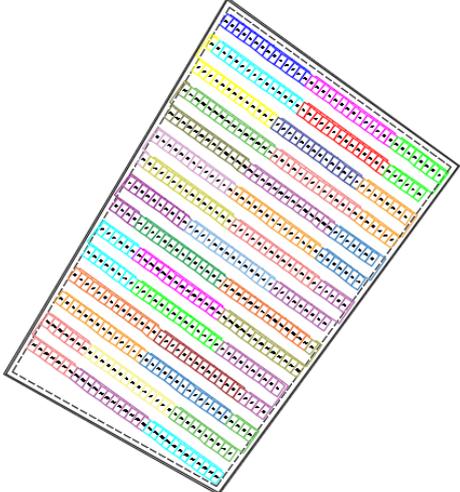
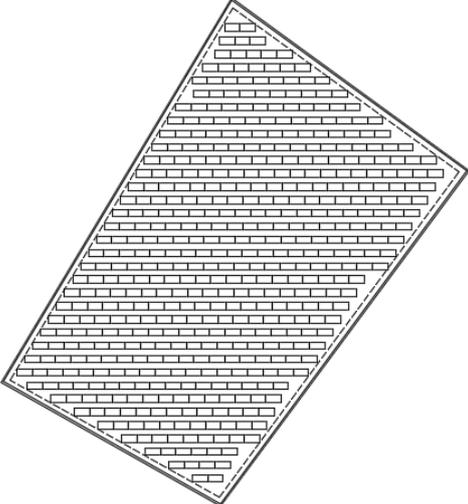
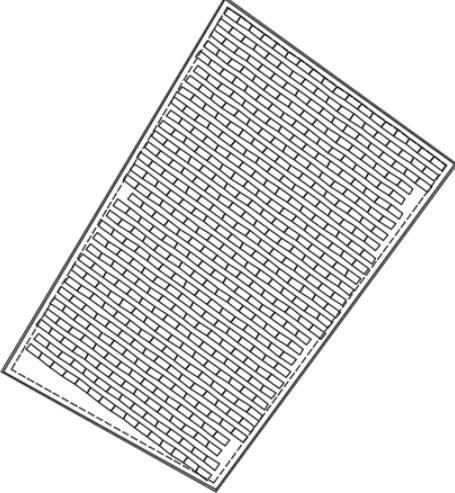
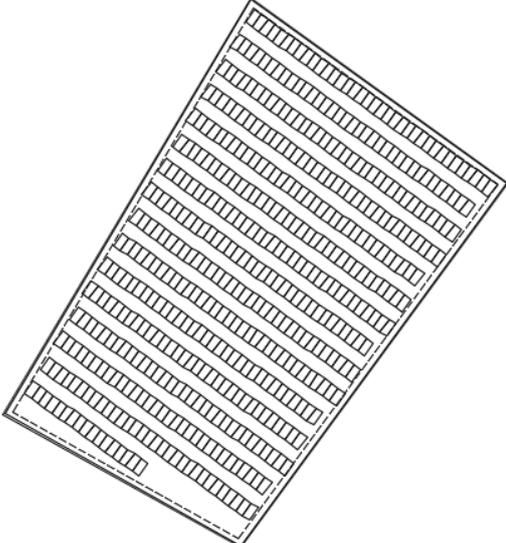
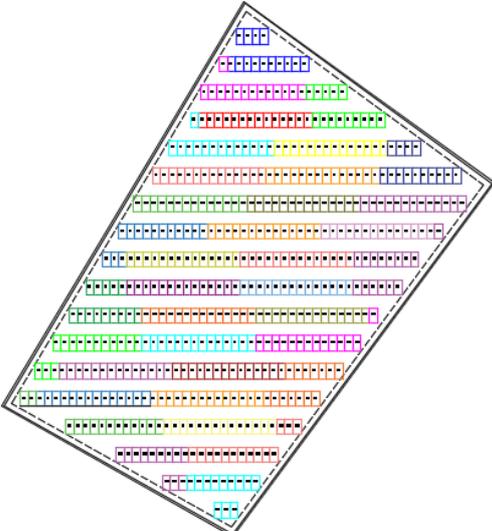
Opción A	Opción B
	
Opción C	Opción D
	
Opción E	Opción F
	

Tabla 2. Resumen de las opciones consideradas.

	Opción A	Opción B	Opción C	Opción D	Opción E	Opción F
Orientación	Vertical	vertical	horizontal	horizontal	Vertical	vertical
Inclinación	25	25	20	20	20	20
Azimut	0	36	0	36	36	0
Número paneles	480	500	502	512	517	500
Producción (kWh)	449.704,54	459.019,86	468.761,89	470.071,19	474.661,73	466.894,32
Relación Producción/núm. paneles	936,884	918,040	933,789	918,108	918,108	933,789

5. SOLUCIÓN ESCOGIDA

Se proponen dos opciones iniciales (Opción A y Opción B) tomando una orientación vertical de los paneles con una inclinación de 25°, sin embargo, el valor de azimut se toman 0° y 36° respectivamente. Por esta distribución, se consiguen ubicar 480 paneles y 500 en cada caso debido a la geometría de la cubierta y a la distancia necesaria entre filas de paneles para evitar sombras.

Las siguientes opciones que se proponen son a 20° de inclinación y variando el valor de azimut para dos de los cuatro casos y variando la disposición del panel en vertical u horizontal. En la Tabla 2, se observan los valores de producción anual estimada para cada uno de los casos. Se observa que el mayor valor de producción (kWh) se consigue con la opción E pues se trata del caso con mayor número de paneles. Sin embargo, buscando un compromiso entre la relación de paneles y la producción conseguida, se calcula esta relación obteniendo un valor máximo para la opción A. Analizando estos dos valores, se opta por tomar la Opción F pues se trata de la segunda mejor relación entre el número de paneles y producción pero la producción total anual se encuentra dentro de la media de las opciones propuestas.

Es por ello que el sistema de esta instalación se dispone con paneles verticales a una inclinación de 20° y azimut de 3°.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Distancia entre filas de paneles solares. cómo evitar el sombreado | tecnosol tienda online de energía solar. BLOG Tecnosol Web site. <https://tecnosolab.com/noticias/distancia-entre-filas-de-paneles-solares/>. Updated 2016. Accessed 02//07/, 2023.
2. Calculadora separación entre filas de paneles. . . <https://www.monsolar.com/separacion-paneles-solares>. Accessed 02//07/2023.

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

ANEXO V CATÁLOGOS

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

1. Ficha técnica paneles fotovoltaicos
2. Ficha técnica inversor Huawei 50kW
3. Ficha técnica soporte módulos EnnovaBloc
4. Ficha técnica cable CC
5. Ficha técnica cuadro envolvente 1 CC
6. Ficha técnica cuadro envolvente 2 CC
7. Ficha técnica conector MC4
8. Ficha técnica protector sobretensiones
9. Ficha técnica seccionador CC
10. Ficha técnica fusible
11. Ficha técnica portafusible
12. Ficha técnica cable CA
13. Ficha técnica sobretensiones CA
14. Ficha técnica Interruptor diferencial
15. Ficha técnica interruptor seccionador
16. Ficha técnica interruptor automático
17. Ficha técnica interruptor magnetotérmico CA
18. Ficha técnica bandeja UNEX
19. Ficha técnica Gestor de autoconsumo e inyección cero (ITR 2.0 B)

Hi-MO **5m**

LR5-72HPH 525~550M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12

12-year Warranty for
Materials and Processing

25

25-year Warranty for Extra
Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2008: ISO Quality Management System

ISO 14001: 2004: ISO Environment Management System

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

OHSAS 18001: 2007 Occupational Health and Safety

LONGI



21.5%
MAX MODULE
EFFICIENCY

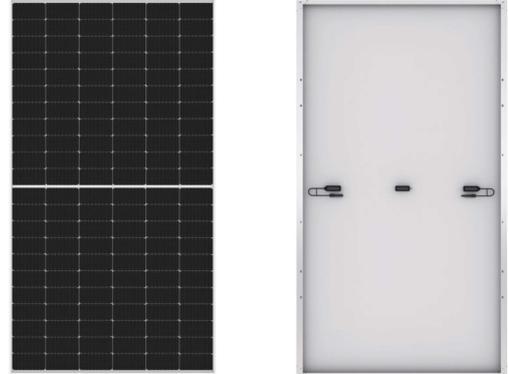
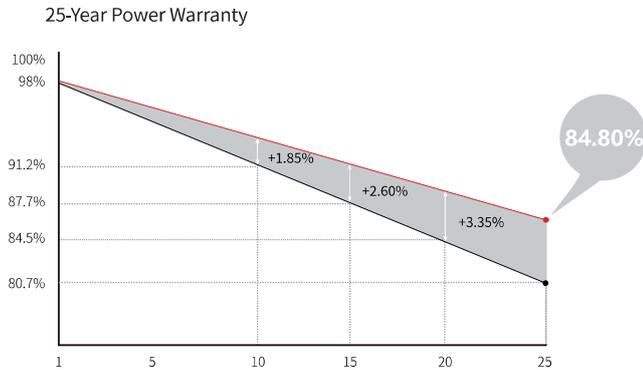
0~+5W
POWER
TOLERANCE

<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

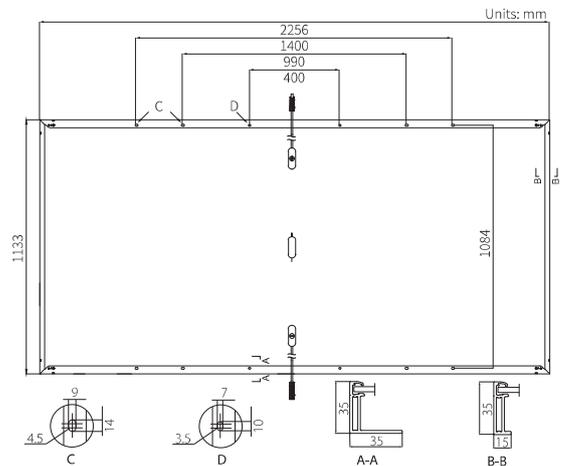
HALF-CELL
Lower operating temperature

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6×24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , positive 400 / negative 200mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	27.2kg
Dimension	2256×1133×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 620pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C

Test uncertainty for Pmax: ±3%

	525	530	535	540	545	550
Power Class	525	530	535	540	545	550
Maximum Power (Pmax/W)	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.05	49.20	49.35	49.50	49.65	49.80
Short Circuit Current (Isc/A)	13.65	13.71	13.78	13.85	13.92	13.98
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.20	41.35	41.50	41.65	41.80	41.95
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.75	12.82	12.90	12.97	13.04	13.12
Module Efficiency(%)	20.5	20.7	20.9	21.1	21.3	21.5

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
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

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	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C

SUN2000-50KTL-M3 Smart PV Controller



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer



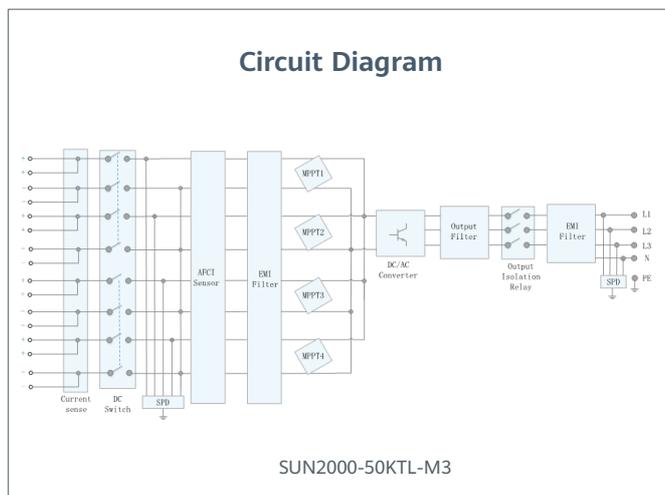
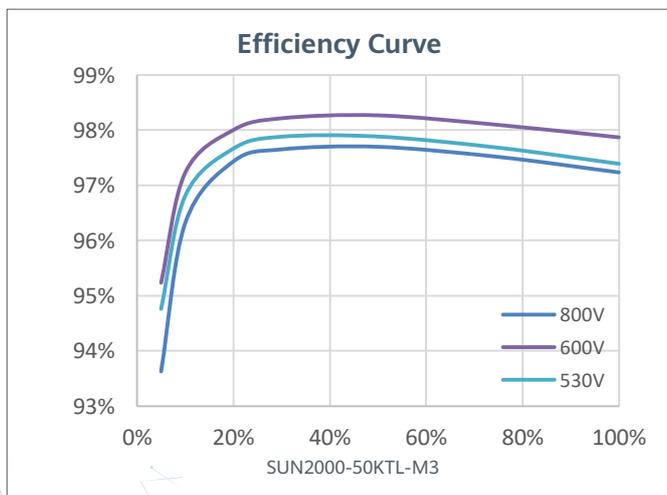
Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



Technical Specification **SUN2000-50KTL-M3**

Efficiency	
Max. Efficiency	98.5%
European Efficiency	98.0%

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4

Output	
Rated AC Active Power	50,000 W
Max. AC Apparent Power	55,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	55,000 W
Rated Output Voltage	400 Vac / 480 Vac, 3W+(N) + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	72.2 A @ 400Vac, 60.1 A @ 480Vac
Max. Output Current	79.8 A @ 400Vac, 66.5 A @ 480Vac
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Ripple Receiver Control	Yes
Integrated PID Recovery ³	Yes

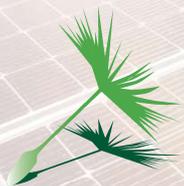
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (Isolation Transformer required)

Optimizer Compatibility	
DC MBUS Compatible Optimizer	MERC-1100/1300W-P

General Data	
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	49 kg (108.1 lb)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W

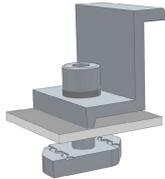
Standard Compliance (more available upon request)	
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, DEWA

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.
3. SUN2000-30-50KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (nPERT, HIT)
4. 50KTL Platform only supports C&I Optimizer(MERC-1100/1300W-P). The current version does not support this function and it can be upgraded to optimizer version via new inverter software version(Dec 30th, 2022)
Refer to [HTTP://solar.huawei.com/](http://solar.huawei.com/)



ennova
tú propia energía

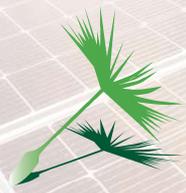
FICHA TÉCNICA ENNOVABLOC 20°R

PIEZA	NOMBRE	MATERIAL	PESO
	EnnovaBloc 20°R	Hormigón	84 Kg
	Carril Regulable R	Acero Galvanizado	0,250 Kg
	Unión Terminal R	Aluminio	0,100 Kg
	Unión Intermedia R	Aluminio	0,065 Kg
	Unión Terminal	Aluminio	0,038 Kg
	Unión Intermedia	Aluminio	0,039 Kg
	Espuma Protectora 1200 x 150 x 3	Espuma de Polietileno Rugosa	0,020 Kg

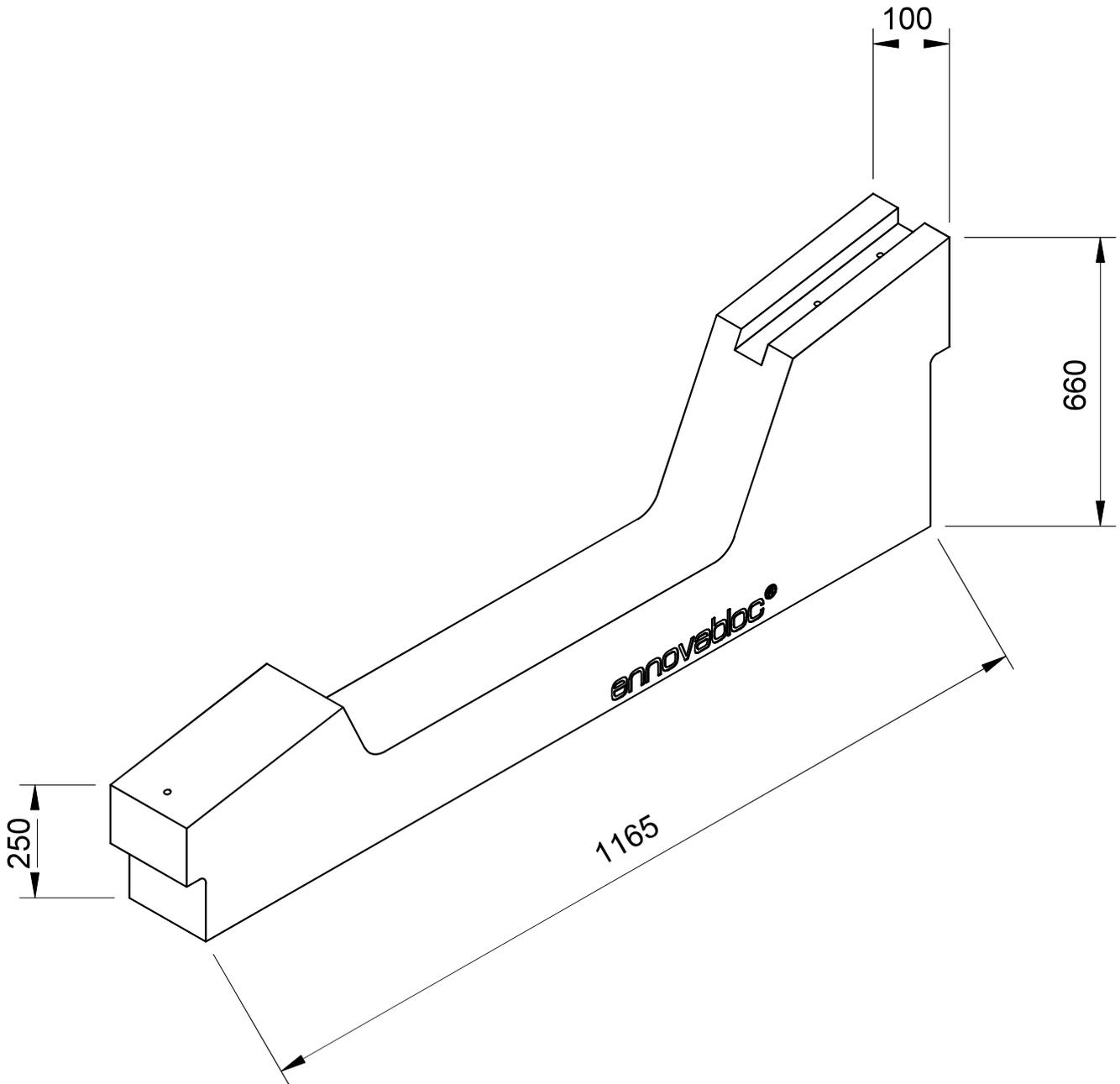
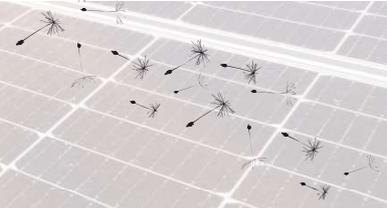


IMPORTANTE:

- Siga siempre las instrucciones de montaje de Ennova.
- www.ennovarenovables.com



ennova
tú propia energía



Cotas en mm

PESO	MATERIAL	ESCALA
84 Kg	HORMIGÓN	1:6

PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K



L C I E

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K

E_{ca}

N° DoP 1017844

DESCÁRGATE la DoP
(declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



WET-I 1500

NUEVO

Test Prysmian Group para asegurar el comportamiento del cable inmerso en agua por periodos prolongados.

Simula una situación similar a la que el cable está expuesto en una planta FV.

Condiciones del test:

- 1800 V DC (Máx voltaje)
- Agua a 70 °C
- > 1500 ciclos



No propagación de la llama
UNE-EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NFC 32070-C2



Libre de halógenos
IEC 62821-1
UNE-EN 50525-1



Baja opacidad de humos
UNE-EN 61034-2
IEC 61034-2



Máxima Resistencia al agua en dc (AD8 + test especial WET-I 1500)



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los golpes



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia al ozono



Resistencia al calor húmedo

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (Cable termoestable), +120°C (20 000h).
- Ensayo de tensión durante 5 min: 6500 Vac / 15000 Vdc.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): E_{ca}.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: [UNE-EN 60332-1-2](#).

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:
[UNE-EN 60332-1-2](#); IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos:
IEC 62821-1 Anexo B, UNE-EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos:
UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.

PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K



L C I E

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



Ensayos adicionales cable PRYSMIAN PRYSOLAR

Vida estimada	30 años *
Protección frente al agua	AD8 (test ac) **
	WET-I 1500
Resistencia a los rayos UVA	EN 50525-2-21 Ensayo mejorado de Prysmian Group específico FV: >1500 ciclos sumergido en agua a 70 °C con la máxima tensión continua (1800 Vdc)
Certificación	IEC 62930 Anexo E; UNE-EN 50618 Anexo E 720 h (360 ciclos)
Servicios móviles	Bureau Veritas LCIE
Doble aislamiento (clase II)	Sí
Temperatura máxima del conductor	Sí
Adecuado para sistemas anti-PID	90 °C (120 °C 20 000 h) 250 °C (cortocircuito)
Máxima tensión de tracción	Tensión máxima eficaz: 1200 V (>906 V) Tensión máxima de pico: 1697 V (>1468 V)
Resistencia al ozono	50 N/mm ² durante el tendido 15 N/mm ² en operación (instalado)
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; UNE-EN 50618 Tab.2 según UNE-EN 50396 tipo de prueba B
Prueba de contracción	IEC 62930 y UNE-EN 50618 Anexo B 7 días, 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido sódico (según IEC 60811-404; UNE-EN 60811-404).
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab. 2 según IEC 60811-503; UNE-EN 50618 Tab. 2 según UNE-EN 60811-503 (máxima contracción 2 %)
Resistencia de aislamiento a largo plazo (dc)	IEC 62930 Tab.2 y UNE-EN 50618 Tab.2 1000 h a 90 °C y 85 % de humedad para IEC 60068-2-78, UNE-EN- 60068-2-78
Respetuoso con el medio ambiente	IEC 62821-2; UNE-EN 50395-9 (240 h/85 °C agua /1,8 kVdc)
Ensayo de penetración dinámica	Directiva RoHS 2014/35/UE de la Unión Europea
Doblado a baja temperatura	IEC 62930 Anexo D; UNE-EN 50618 Anexo D
Resistencia al impacto en frío	Doblado y alargamiento a -40 °C según IEC 60811-504 y -505 y UNE-EN 50618 Tab.2 según N 60811-1-4 y UNE-EN 60811-504 y -505
Durabilidad del marcado	Resistencia al impacto a -40 °C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y UNE-EN 50618 Anexo C según UNE-EN 60811-506

* Para la estimación de la vida del cable se utilizó el ensayo de durabilidad térmica según la IEC 60216.

** La condición AD8 habitual es una autodeclaración de fabricante sin norma de referencia. Declara la posibilidad de funcionamiento del cable permanentemente sumergido pero el ensayo habitual está pensado para corriente alterna y hasta 450/750 V de tensión asignada del cable. Situación muy alejada de la realidad de las instalaciones fotovoltaicas. Los cables de Prysmian superan el ensayo especial WET-I 1500 a 1800 V en corriente continua.

Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido estañado.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor:

90 °C (120 °C, por 20 000 h). 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

3. Cubierta

Material: compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.

Colores: negro o rojo.

Aplicaciones

Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores...). Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.

Especialmente resistente a la acción del agua (AD8 + test especial para corriente continua WET-I 1500), en instalaciones subterráneas bajo tubo o conducto.

Indicado para el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

Sistemas de corriente continua (ITC-BT 53, UNE-HD 60364-7-712).

PRYSMIAN PRYSOLAR - H1Z2Z2-K



Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.)

Norma diseño: UNE-EN 50618 / IEC 62930

Designación genérica: H1Z2Z2-K



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Diámetro máximo del conductor (mm) (1)	Diámetro exterior del cable (valor máximo) (mm)	Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	Radio mínimo de curvatura estático (mm)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (W/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible al aire. T ambiente 60 °C y T conductor 120 °C (3)	Intensidad admisible bajo tubo enterrado (4) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)
1x1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	24	27,4
1x2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	32	16,42
1x4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	42	10,18
1x6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	53	6,78
1x10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	70	3,90
1x16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	91	2,48
1x25	7,8	12,5	63	50	286	0,795	140	176	116	1,59
1x35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	140	1,13
1x50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	166	0,786
1x70	13,1	18,7	94	75	742	0,277	282	347	204	0,554
1x95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	241	0,42
1x120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	275	0,328
1x150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	311	0,264
1x185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	348	0,216
1x240	24,0	32,1	193	128	2304	0,0817	617	775	402	0,1634

(1) Valores aproximados.

(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar la corriente por 0,85.

→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).

(4) Instalación bajo tubo enterrada con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W y temperatura del terreno 25 °C. XLPE2 con instalación tipo D1 (Cu) (monofásica o continua).

Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C. Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (30 años).

Hoja de características del producto

Especificaciones



Envolvente PrismaSeT S 24 módulos 5 Filas superficie

LVSST524

Principal

Gama	PrismaSeT
Nombre del producto	S
Tipo de producto o componente	Armario
Tipo de envolvente	Armario de distribución
Tipo de envolvente específico	Cofret
Montaje de armario	Superficie

Complementario

Anchura	Total, estado 1 570 mm
Altura	Total, estado 1 956 mm
Profundidad	Total, estado 1 191 mm
Número de módulos de 18 mm por fila	24
Número de filas horizontales	5
Número total de módulos de 18 mm	120
Pasos de 9 mm	240
Clase de aislamiento eléctrico	Clase II
Equipo suministrado	5 protector de etiquetas 5 blanking plate strip (**) 1 bloques de terminales 3 cable clips 5 modular plate
Tipo de carátula	Modular
Tipo de carril	DIN simétrico
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje
Piezas extraíbles	Carril DIN
Disipación de potencia en W	136 W
[In] Corriente nominal	160 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V
Entrada de cable	Cable o tubo Placa con recorte

Caminho
Placas removíveis

Número de bloques de terminales	1 tierra con capacidad de sujeción: 72 salientes
Salidas del bloque de distribución	9 x 25 mm ² + 63 x 4 mm ² para tierra
Conexiones - terminales	Conexión de tornillo - tipo de cable: tierra) , 9 6...25 mm ² Push-in - tipo de cable: tierra) , 63 1,5...4 mm ² - tipo de cable: flexible) Push-in - tipo de cable: tierra) , 63 6 mm ² - tipo de cable: rígido o trenzado)
Descripción de las opciones de bloqueo	Opción de cerradura
Material del envolvente	Envolvente, estado 1 metal Delantero (mando rotativo), estado 1 tecnoplástico
Peso del producto	17,840 kg
Color	Envolvente, estado 1 blanco - tipo de cable: RAL 9003) Delantero (mando rotativo), estado 1 blanco - tipo de cable: RAL 9003)
Segmento de mercado	Residencial Edificios pequeños

Entorno

Resistencia al fuego	Delantero (mando rotativo), estado 1 750 °C acorde a IEC 60695-2-11
Grado de protección IP	IP30 sin puerta IP41 con puerta
Grado de protección IK	IK08 sin puerta IK09 con puerta
Categoría de sobretensión	II
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Normas	IEC 61439-1 IEC 61439-2 IEC 61439-3

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	21,0 cm
Paquete 1 Ancho	60,0 cm
Paquete 1 Longitud	100,0 cm
Paquete 1 Peso	20,0 kg
Tipo de unidad de paquete 2	P12
Número de unidades en el paquete 2	4
Paquete 2 Altura	97,0 cm
Paquete 2 Ancho	80,0 cm
Paquete 2 Longitud	120,0 cm
Paquete 2 Peso	90,0 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme

[Declaración RoHS UE](#)

Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos
Minimum percentage of recycled plastic content	30

Hoja de características del producto **LVSST524**

Ilustración técnica

Dimensiones



Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Envolvente PrismaSeT S 24 módulos 7 Filas superficie

LVSST724

Principal

Gama	PrismaSeT
Nombre del producto	S
Tipo de producto o componente	Armario
Tipo de envolvente	Armario de distribución
Tipo de envolvente específico	Cofret
Montaje de armario	Superficie

Complementario

Anchura	Total, estado 1 570 mm
Altura	Total, estado 1 1256 mm
Profundidad	Total, estado 1 191 mm
Número de módulos de 18 mm por fila	24
Número de filas horizontales	7
Número total de módulos de 18 mm	168
Pasos de 9 mm	336
Clase de aislamiento eléctrico	Clase II
Equipo suministrado	7 protector de etiquetas 7 blanking plate strip (**) 1 bloques de terminales 5 cable clips 7 modular plate
Tipo de carátula	Modular
Tipo de carril	DIN simétrico
Descripción de la placa de montaje	Sin placa de montaje
Piezas extraíbles	Carril DIN
Disipación de potencia en W	187 W
[In] Corriente nominal	160 A
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	400 V
Entrada de cable	Cable o tubo Placa con recorte

Caminho
Placas removíveis

Número de bloques de terminales	1 tierra con capacidad de sujeción: 96 salientes
Salidas del bloque de distribución	12 x 25 mm ² + 84 x 4 mm ² para tierra
Conexiones - terminales	Conexión de tornillo - tipo de cable: tierra) , 12 6...25 mm ² Push-in - tipo de cable: tierra) , 84 1,5...4 mm ² - tipo de cable: flexible) Push-in - tipo de cable: tierra) , 84 6 mm ² - tipo de cable: rígido o trenzado)
Descripción de las opciones de bloqueo	Opción de cerradura
Material del envolvente	Envolvente, estado 1 metal Delantero (mando rotativo), estado 1 tecnoplástico
Peso del producto	23,230 kg
Color	Envolvente, estado 1 blanco - tipo de cable: RAL 9003) Delantero (mando rotativo), estado 1 blanco - tipo de cable: RAL 9003)
Segmento de mercado	Residencial Edificios pequeños

Entorno

Resistencia al fuego	Delantero (mando rotativo), estado 1 750 °C acorde a IEC 60695-2-11
Grado de protección IP	IP30 sin puerta IP41 con puerta
Grado de protección IK	IK08 sin puerta IK09 con puerta
Categoría de sobretensión	II
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Normas	IEC 61439-1 IEC 61439-2 IEC 61439-3

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	21,0 cm
Paquete 1 Ancho	61,5 cm
Paquete 1 Longitud	130,5 cm
Paquete 1 Peso	26,5 kg
Tipo de unidad de paquete 2	P2M
Número de unidades en el paquete 2	4
Paquete 2 Altura	100,0 cm
Paquete 2 Ancho	120,0 cm
Paquete 2 Longitud	200,0 cm
Paquete 2 Peso	126,0 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme

[Declaración RoHS UE](#)

Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto libre de halógenos
Minimum percentage of recycled plastic content	30

Hoja de características del producto **LVSST724**

Ilustración técnica

Dimensiones



Sustituciones recomendadas

Conectores serie 4

La elección de conectores es muy importante para el buen funcionamiento de la instalación fotovoltaica durante todos los años de su vida. La mayoría de los paneles solares hoy están equipados con terminales del estándar MC4. Los conectores Cabur, compatibles con este estándar, le garantizan una alta eficiencia de conducción y cumplen los mas altas normativas de seguridad calidad.



Conector hembra

Ref CV-04-002

Incluye conector metálico interior

Disponible en bolsa de 10 Uds



Conector Macho

Ref CV-04-001

Incluye conector metálico interior

Disponible en bolsa de 10 Uds



Conector con fusible integrado

1000 V—15 A

Proteja los string sin necesidad de cajas de protecciones, mediante el conector aéreo con el fusible integrado en el cuerpo del conector. Fusible no reemplazable.

Ref CV-06-115



Conector " T " reductor de 2 a 1

Cuando debemos de poner en paralelo dos ramas de paneles solares, solemos recurrir a una caja de conexiones. Esto suele ser un foco de avería con los años, por las oxidaciones, entrada de agua, roturas, entrada de arañas, etc. Para evita esto dispone de la T reductora:

Ref CV-04-009 y CV-04-010

Disponible en Uds. individuales

Ahorra caja de conexión, tiempo de instalación y da estanqueidad y durabilidad en la conexión.



Llave para conectores serie 4

Muy útil para liberar conectores instalados y para un correcto apriete del conector.

Ref CV-04-100

Disponible en Uds. individuales

Se recomiendan 2 uds para correcto apriete.

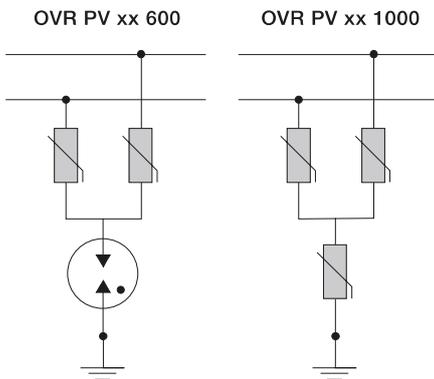


Dispositivos protectores contra sobretensiones (SPD) OVR PV, OVR TC



ABB ofrece una amplia gama de dispositivos protectores contra sobretensiones expresamente diseñados para los sistemas fotovoltaicos. Las principales características de los OVR PV SPD son:

- OVR PV versión T1 y T2
- Auto-protección contra cortocircuitos a final de su vida útil de hasta 100 A CC gracias a la protección térmica con capacidad de interrupción directa de la corriente
- cartuchos conectables para facilitar el mantenimiento, sin necesidad de desconectar la línea
- contacto auxiliar para la señalización a distancia del estado de la línea (versión "TS")
- ausencia de cortocircuito seguido de corriente
- ausencia de riesgo por polaridad invertida
- configuración en "Y" para una protección más segura



Principales especificaciones técnicas		OVR PV T1	OVR PV 40
Normas de referencia		IEC 61643-11 / UTE C 61740-51 prEN 50539-11 UL 1449 3rd edición*	
Configuración		Y	Y
Tipo SPDs / Clase de prueba		T1 / I	T2 / II
Tensión cont. máx. de funcionamiento U _{cpv}	V	670 / 1000	670 / 1000
Corriente nominal de descarga I _n (8/20 μs)	kA	6,25	20
Corriente de impulso limpi (10/350 μs)	kA	6,25	-
Corriente de descarga máx. I _{max} (8/20 μs)	kA	-	40
Nivel de protección de tensión U _p	kV	1,9 / 2,5	2,8 / 3,8
Resistencia a corriente de cortocircuito CC I _{scwpv}	A	100	100
Protección de respaldo:		- no requerido	- no requerido
- si I _{scwpv} ≤ 100A		- fusible 10A	- fusible 10A
- si I _{scwpv} > 100A		gPV	gPV o MCB
Tiempo de respuesta	ns	≤ 25	≤ 25
Desconector térmico FV específico integrado		Sí	Sí
Conectable		Sí	Sí
Contacto auxiliar		TS	TS

*Versión UL sólo para OVR PV 40

OVR TC

Con la creciente demanda de sistemas de monitorización, los SPD de líneas de datos OVR TC son la solución ideal para proteger las líneas de monitorización de las plantas fotovoltaicas contra sobretensiones. Se instalan en serie en la red y tienen cartuchos extraíbles, que facilitan el mantenimiento sin tener que cortar la alimentación a la línea de comunicación.



Principales especificaciones técnicas		OVR TC
Norma de referencia		IEC/EN 61643-21 - UL497B
Tipo IEC		C2
Tensión cont. máx. de funcionamiento U _c	V	de 7 a 220V (CA/CC)
Corriente nominal de descarga I _n (8/20us)	kA	5
Corriente de descarga máx. I _{max} (8/20us)	kA	10
Tiempo de respuesta	ns	1
Conectable		Sí

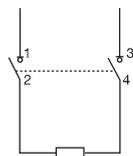
Interruptores seccionadores S800 PV-M, S802 PV-M-H



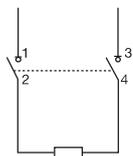
Panel de red en sistemas
con aislamiento a tierra

S800 PV-M

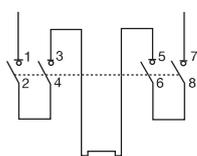
25 A
650 V CC



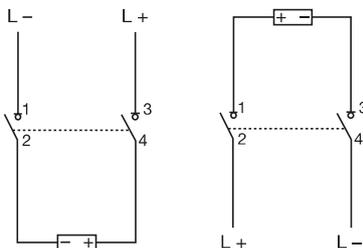
32...125 A
800 V CC



32...125 A
1200 V CC



S802 PV-M-H



Cumplir con la polaridad y la dirección
de alimentación en el cableado

Los interruptores seccionadores S800PV-M pueden utilizarse en redes hasta 1200 V CC; S800PV-M se diseñó específicamente para el uso en aplicaciones FV, ya que corta con seguridad los arcos de CC. Las características del seccionador incluyen:

- diseño compacto
- sin pérdidas hasta 60 °C
- desconexión segura de todos los polos
- independencia de polaridad
- amplia gama de accesorios
- controlable remotamente mediante unidad de maniobra remota S800-RSU

Principales especificaciones técnicas		S800PV-M	
Normas de referencia		IEC EN 60947-3	
Intensidad nominal	A	25	32, 63, 125
Número de polos		2	2, 4
Tensión nominal Ue			
(CC) 2 polos*	V	650	800
(CC) 4 polos*	V	-	1200
Poder asignado de corte último en cortocircuito Icu			
(CC) 2 polos * 800 V	kA	1.5	
(CC) 4 polos * 1200 V	kA	1.5	
Categoría de utilización		DC-21 A	
Temperatura de funcionamiento	°C	-25...+60	
Montaje		en carril DIN EN 60715 (35 mm) mediante dispositivo a presión	

* Véanse los diagramas de conexiones

Los interruptores-seccionadores polarizados S802 PV-M-H están especialmente diseñados para redes de hasta 1000 VCC. Están equipados con imanes permanentes que proporcionan la polaridad del interruptor, y por tanto se requiere una tensión de alimentación correcta. Los interruptores-seccionadores S802 PV-M-H y su gama de accesorios (contactos auxiliares, relés de mínima tensión, mandos motorizados) permiten realizar un amplio espectro de configuraciones. Las principales características de los interruptores-seccionadores S802 PV-M-H son:

- terminales intercambiables
- estado de contacto visualizado en cada polo

Principales especificaciones técnicas		S802 PV-M-H	
Normas de referencia		IEC EN 60947-3	
Intensidad nominal	A	32, 63, 100	
Número de polos		2	
Tensión nominal Ue			
(CC) 2 polos*	V	1000	
Poder asignado de corte último en cortocircuito Icu			
(CC) 2 polos* 1000 V	kA	1.5	
Categoría de utilización		DC-21A	
Temperatura de funcionamiento	°C	-25...+60	
Montaje		en carril DIN EN 60715 (35 mm) mediante dispositivo a presión	

* Véanse los diagramas de conexiones



FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

gPV CILINDRICOS

fusibles



**PROTECTING
THE WORLD**





TENSIÓN ASIGNADA
1100V DC
1000V DC

CORRIENTE ASIGNADA
15A | 20A
25A | 32A

PODER DE CORTE
10kA
30kA

NORMAS

IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-6
UL248-1
UL248-19



Fusibles cilíndricos para aplicaciones fotovoltaicas

Los fusibles cilíndricos 14x51 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.000/1.100V DC.

La gama comprende los siguientes fusibles:

- Size 14x51 1100V DC 15A and 20A
- Size 14x51 1000V DC 25A and 32A

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19).

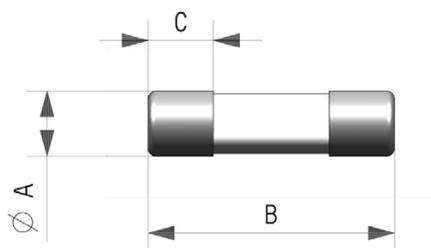
Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio.

Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las **bases portafusibles PMX-PV 14x51**



Dimensiones



A	B	C
14,3	51	13

Peso 18gr

Referencias

U (V DC)	I _n (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
1100	15	491647	10/50
	20	491648	10/50
1000	25	491650	10/50
	32	491655	10/50



Datos técnicos

Tensión asignada	1100V DC 1000V DC
Corriente asignada	1100V DC → 15A 20A 1000V DC → 25A 32A
Poder de corte asignado	1100V DC → 10kA 1000V DC → 30kA
Categoría de utilización	gPV
Corriente mínima de interrupción	1,35·I _n
Corriente de no fusión	1,13·I _n
Temperatura de almacenaje	-40°C ... 90°C
Temperatura de funcionamiento *	-40°C ... 80°C

* Para temperaturas ambiente superiores a 25°C es necesario aplicar un coeficiente de corrección sobre la corriente máxima.

Normas

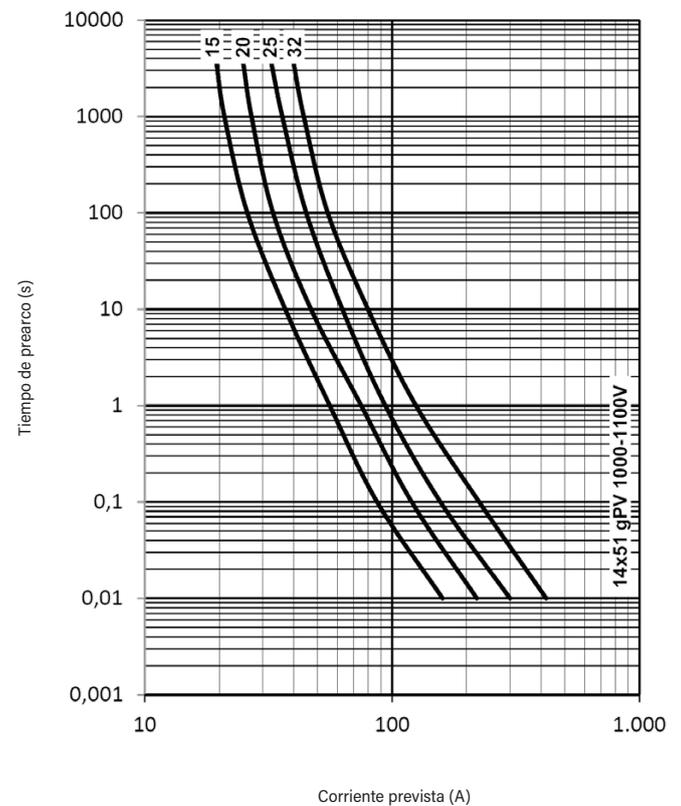
IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-6
UL248-1
UL248-19
RoHS Compliant



Potencias disipadas

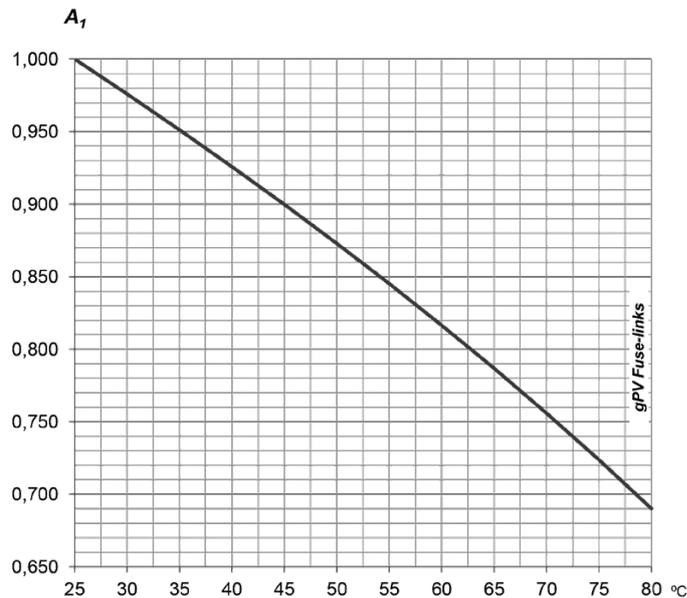
I _n	I _t PREARCO	I _t TOTAL	POTENCIA DISIPADA 0,7 · I _n	POTENCIA DISIPADA I _n
(A)	(A ² S)	(A ² S)	(W)	(W)
15	48	112	1,34	3,14
20	99	367	1,55	3,68
25	275	650	1,60	3,80
32	550	1300	2,00	4,70

Características t-I





Coeficiente de reducción por temperatura ambiente



ta (°C)	A1
25	1,00
30	0,98
35	0,95
40	0,93
45	0,90
50	0,87
55	0,84
60	0,82
65	0,79
70	0,76
75	0,72
80	0,69

Guía de selección y aplicación

En las centrales fotovoltaicas, se dan unas condiciones de instalación y de funcionamiento que deben ser consideradas a la hora de seleccionar el fusible adecuado para la protección.

Estos fusibles suelen ir montados en el interior de cajas estancas, donde se alcanzan temperaturas ambiente elevadas. Esto obliga a reducir la corriente máxima a través de los fusibles ya que en caso contrario podría producirse la fusión prematura de los mismos. Para evitarlo, se deben aplicar unos coeficientes de reducción.

Por otro lado, los ciclos día/noche y el paso de nubes hacen que la corriente varíe continuamente a través de los fusibles, generando continuos calentamientos y enfriamientos que producen stress térmico y mecánico en los materiales, especialmente en el elemento de fusión. Para evitar un posible envejecimiento prematuro que provoca la fusión intempestiva, debemos aplicar un coeficiente de seguridad (DF Electric recomienda un valor de 0,80 para este tipo de aplicaciones).

Teniendo presentes estas consideraciones, podemos seleccionar el fusible más adecuado.

Para verificar que la tensión asignada del fusible es adecuada debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tensión de circuito abierto de los módulos PV ($V_{OC\ STC}$)
- Número de módulos conectados en serie (M).
- Factor de seguridad (20%) para tener en cuenta el incremento de la tensión de vacío a temperaturas muy bajas.

Así, la tensión asignada en DC mínima de los fusibles debe ser:

$$V_{DC}(\text{fusible}) \geq V_{OC}(\text{STC}) \cdot M \cdot 1,2$$

La tensión de circuito abierto de los módulos $V_{OC\ STC}$ es la tensión máxima que un módulo fotovoltaico puede dar cuando funciona en vacío (sin ninguna carga conectada) en unas condiciones de ensayo determinadas (STC = Standard Test Condition) y es un dato indicado por el fabricante de los módulos fotovoltaicos.

Para escoger la corriente asignada del fusible a utilizar, los puntos a contemplar serán:

- Intensidad de cortocircuito de los módulos ISC (STC)
- Factor de corrección de la temperatura ambiente (A_1).
- Factor de corrección por variación de la corriente (A_2).

La intensidad de cortocircuito de los módulos ISC (STC) es la corriente máxima que un módulo fotovoltaico puede dar en unas condiciones de ensayo determinadas (STC) y es un dato indicado por el fabricante de los módulos fotovoltaicos.

Factor de corrección recomendado por variación de la corriente (A_2): 0,80.

La temperatura ambiente en el interior de las cajas donde se alojan las protecciones puede alcanzar fácilmente valores de 40° C ó 45° C (para climas tropicales hay que considerar valores más elevados).

Se debe aplicar un factor de corrección (A_1) en función de la temperatura ambiente.

Con las consideraciones anteriores, la corriente asignada del fusible debe ser:

$$I_N(\text{fusible}) \geq \frac{I_{SC\ STC}}{A_1 \cdot A_2}$$

Como ejemplo, si consideramos una temperatura ambiente máxima de 45° C, el calibre a utilizar sería:

$$I_N(\text{fusible}) \geq \frac{I_{SC\ STC}}{0,90 \cdot 0,80} \geq I_{SC\ STC} \cdot 1,4$$

OFICINA CENTRAL Y FÁBRICA

SILICI, 67-69
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT
BARCELONA
SPAIN
Tel. +34 93 377 85 85
Fax +34 93 377 82 82

VENTAS INTERNACIONAL

Tel. +34 93 475 08 64
Fax +34 93 480 07 75
export@dfelectric.es

VENTAS NACIONAL

Tel. 93 475 08 64
Fax 93 480 07 76
comercial@dfelectric.es

dfelectric.es



Los datos reflejados en esta ficha técnica están sujetos a la correcta instalación del producto de acuerdo con las instrucciones del fabricante, normas y reglamentos de instalación y conforme a las reglas profesionales, debidamente mantenido y utilizado en las aplicaciones para las que está previsto.

Los productos descritos en este documento han sido diseñados, desarrollados y ensayados de acuerdo a una normativa específica. Se consideran componentes que son integrados formando parte de una instalación, máquina o equipo. La garantía y responsabilidad del correcto funcionamiento general del conjunto corresponde al fabricante de la instalación, máquina o equipo.

DF ELECTRIC no puede garantizar las características de una instalación, máquina o equipo que ha sido diseñado por un tercero. Una vez que se ha seleccionado un producto, el usuario debe comprobar que es apropiado para su aplicación, mediante las verificaciones y/o ensayos que considere oportunos.

DF ELECTRIC se reserva el derecho a cambiar las dimensiones, especificaciones, materiales o el diseño de sus productos en cualquier momento sin previo aviso.



PROTECTING THE WORLD





HORUS[®]
PHOTOVOLTAIC
PROTECTION



FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

PMX 1100V DC

Bases portafusibles PV
para fusibles cilíndricos

PMX 14x51



10x38

14x51

22x65

**PROTECTING
THE WORLD**





14x51

CORRIENTE ASIGNADA

50A

TENSIÓN ASIGNADA

690V AC
1100V DC

POTENCIA DISIPABLE MÁXIMA

6W

ÍNDICE DE PROTECCIÓN

IP20

NORMAS

IEC/EN 60269-1
IEC/EN 60269-2
UL 4248-1
UL 4248-19
UL 486E



PATENTED DESIGN

Base portafusibles modular que ofrece una tensión asignada de 1100V DC

Base portafusibles modular para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x38 según norma IEC/EN 60269.

Diseño compacto, de dimensiones reducidas.

Zonas de ventilación optimizadas para una mejor disipación del calor.

Fabricadas con materiales de calidad

- Contactos de cobre electrolítico plateados.
- Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura.
- Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea RoHS.



Amplia gama de accesorios disponible.

Accesorios

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	EMBALAJE Uni /CAJA
480005	PINZA PARA UNIÓN MULTIPOLAR	12
485356	PASADOR DE UNIÓN MULTIPOLAR PMX-14/22	12
485258	SOPORTE CANDADO PMX-14	5
485266	ACCESORIO PROTECCIÓN ESPECIAL IP20 PMX-14	12
485656	ACCESORIO PROTECCIÓN TORNILLOS	12
485271	ACCESORIO CONEXION ESPECIAL TORNILLO PMX-14	12

Referencias

REFERENCIA	INDICADOR	POLOS	MÓDULOS	EMBALAJE Uni /CAJA
485250	–	1P	1	6/90
485251	–	2P	2	3/45
485252	•	1P	1	6/90
485253	•	2P	2	3/45



Datos técnicos

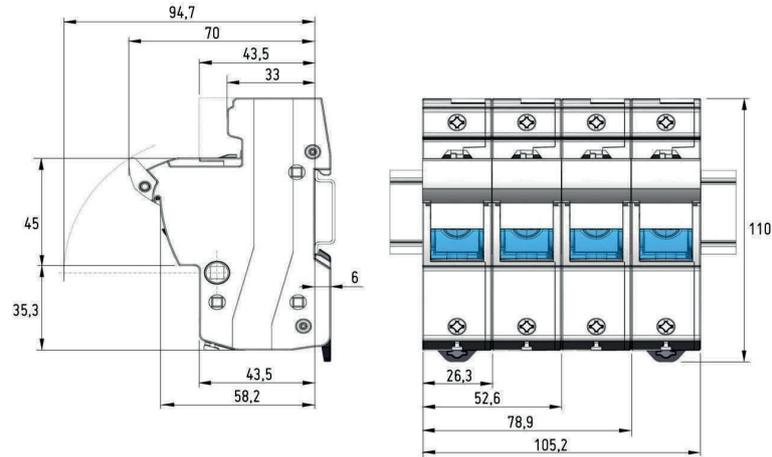
Corriente asignada	50A
Tensión asignada	690V AC 1100V DC
Potencia disipable máxima	6W
Potencia disipada por polo	80% $I_n > 0,52W$ 100% $I_n > 0,88W$
Categoría de empleo según EN 60947-3	690V > AC-21B 1100V DC > DC-20B
Grado de polución	3
Índice de protección *	IP20
Tensión asignada soportada al impulso	6kV U_{imp}
Temperatura ambiente de servicio	-20°C ... 70°C
Temperatura de almacenaje	-40°C ... 80°C

Coeficiente de aplicación en bases multipolares	POLOS	I_{MAX}
	1 ... 4	I_n
5 ... 6	$0,8 \times I_n$	
7 ... 9	$0,7 \times I_n$	
≥ 10	$0,6 \times I_n$	

Corrección de corriente admisible en función de la temperatura ambiente	20° C	1
	30° C	0,95
	40° C	0,90
	50° C	0,80
	60° C	0,70
	70° C	0,60

* Para cables de sección $\leq 10\text{mm}^2$ es necesario un accesorio para garantizar IP20 en bornes. ► [FIG. 4](#)

Dimensiones



Peso

1P	101gr
2P	202gr

Peso sin embalaje

Normas

- IEC/EN 60269-1
- IEC/EN 60269-2
- UL4248-1 Portafusibles
- UL4248-19 Portafusibles fotovoltaicos
- UL486E Terminales de conexión



Características de utilización

Fijación sobre raíl DIN/EN standard

DIN 46277/1-3 (EN50022)
Clip con fijación de 2 posiciones

Capacidad de embornado

Utilizar cables de cobre

CABLES	MÉTRICO	AWG	CONEXIONADO
1	1,5...35mm ² Rígido	8....16 AWG Rígido	<p>14mm ±1</p>
	1,5...25mm ² Flexible	6....16 AWG Flexible	
2 Misma sección y tipo	1,5...16mm ² Rígido	6....16 AWG Rígido / Flexible	
	1,5...10mm ² Flexible		

Terminales de conexión

El uso de terminales de conexión puede permitir aumentar la sección de cable de embornado.

Montaje de terminales recomendado::



El uso de terminales podría no garantizar el grado de protección IP20.

Punteras

Se recomienda el uso de punteras en cables de sección ≤ 2,5mm²



El producto se suministra con los bornes abiertos y listos para conectar

Par de apriete máximo en bornes	2,5...3 Nm / 22...27 lb.in
Tornillos con huella combinada	RANURA + PZ2
Unión multipolar	► FIG. 1
Bases con indicador luminoso de fusión	VERSIÓN NEÓN 350...1100V DC
Portaetiquetas para la identificación del circuito	► FIG. 2 Tamaño adecuado de etiqueta: 16x10 mm
Zona especial precintado base	cable 1,5 mm ²
Accesorio para bloqueo de la base mediante candado	► FIG. 3 (máx. 3 candados de Ø 3mm)

Accesorios

FIG. 1 | Ensamblado multipolar

Sistema estándar de DF, 3 clips y 1 pasador entre cada unión entre polos

480005 PINZA PARA UNIÓN MULTIPOLAR

485356 PASADOR DE UNIÓN MULTIPOLAR

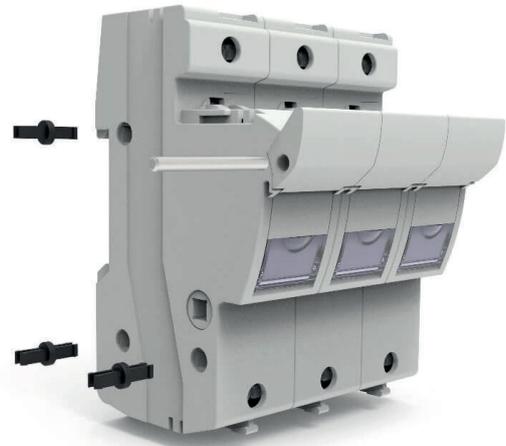


FIG. 2 | Identificación con etiqueta

Abrir la pieza porta-etiquetas con la base totalmente cerrada, o totalmente abierta, posicionar la etiqueta en el interior y cerrar



Medidas etiqueta **16x10mm**



Accesorios

FIG. 3 | Bloqueo mediante candado

Para evitar la maniobra y conexión, con la base abierta, posicionar el accesorio "Soporte candado", haciéndolo deslizar por las guías, y cubriendo la zona del cartucho fusible. (Se puede utilizar con y sin fusible en el interior)

Introducir el candado por las dos aberturas simétricas y cerrarlo.

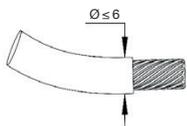
485258 SOPORTE CANDADO



FIG. 4 | Protección IP20 especial

Posicionar el reductor en las entradas de cable, cuando se quiere conseguir grado de protección IP20 con cables finos

485266 ACCESORIO PROTECCIÓN ESPECIAL IP20 PMX-14

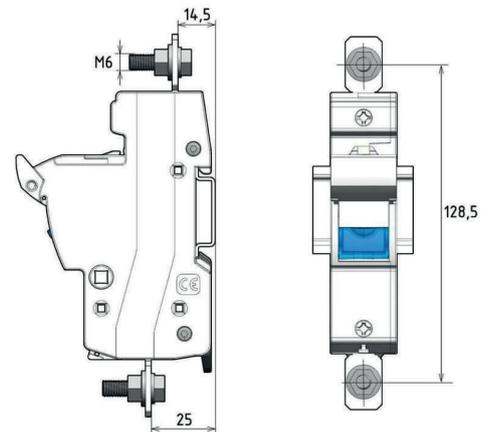
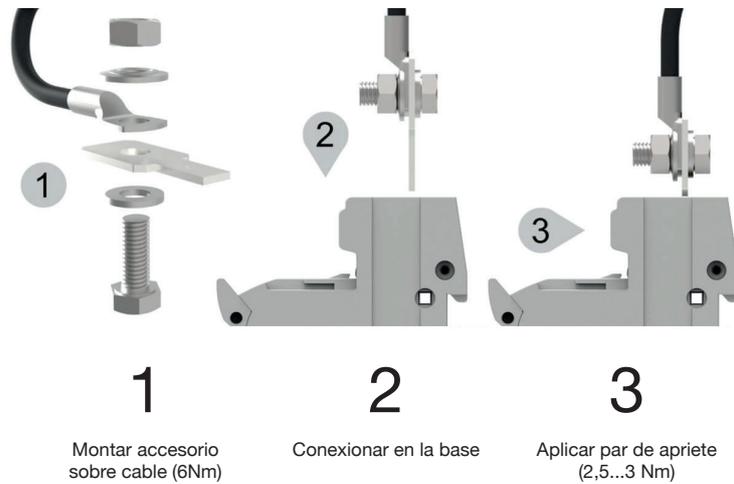


Para obtener un grado IP20 con protección de cable de $\varnothing \leq 6\text{mm}$, utilizar el **accesorio de protección especial**



FIG. 5 | Accesorio conexión especial tornillo PMX-14

485271 ACCESORIO CONEXION ESPECIAL TORNILLO PMX-14





Accesorios

FIG. 6 | Instrucciones reemplazo indicador de fusión

1

Abrir la base portafusible



2

Usando un destornillador plano, extraer la tapeta con una ligera rotación de la herramienta



3

Cambiar el indicador de fusión. Introducir con un ligero ángulo la tapeta en el tirador.

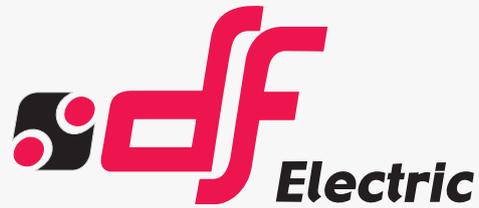


FIG. 7 | Accesorio protección tornillos

Accesorio de protección que evita la manipulación de los tornillos y mejora el grado de protección

485656 ACCESORIO PROTECCIÓN TORNILLOS





PROTECTING THE WORLD



HEAD OFFICE AND FACTORY

SILICI, 67-69
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT
BARCELONA · SPAIN
Tel. +34 93 377 85 85
Fax +34 93 377 82 82

INTERNATIONAL SALES

Tel. +34 93 475 08 64
Fax +34 93 480 07 75
export@dfelectric.es

NATIONAL SALES

Tel. 93 475 08 64
Fax 93 480 07 76
comercial@dfelectric.es



dfelectric.es



According to the waste of electrical and electronic equipment directive, electrical material should not be part of the usual waste. This symbol alerts users that these products should be recycled according to local environmental waste disposal regulations.



The "electro technical expert" logo marked on the products included in this data sheet indicates that the installation of these products must be carried out by expert personnel with specialized knowledge.



To prevent electrical hazards, carry out the installation without voltage.



Safety notice

Please capture the following QR code and read our safety notice carefully before installing our products.



The data reflected in this technical record are subject to the correct installation of the product in accordance with manufacturer's instructions, relevant installation standards and professional practices, maintained and used in applications for which they were made.

The products described in this document have been designed, developed and tested in accordance with specific standard. They are considered components that are integrated as part of installation, machine or equipment. The correct general operation of the referred product is responsibility of the manufacturer of the installation, machine or equipment.

DF ELECTRIC cannot guarantee the characteristics of an installation, machine or equipment that has been designed by a third party. Once a product has been selected, the user must verify that it is appropriate for its application, through the verifications and/or tests that it deems appropriate.

DF ELECTRIC retains the right to change the dimensions, specifications, materials or design of its products at any time with or without notice.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



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



C_{ca}-s1b,d1,a1



Nº DoP 1003875



DESCÁRGATE la DoP
 (declaración de prestaciones)
<https://es.prysmiangroup.com/dop>



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



No propagación de incendio
 UNE-EN 50399
 UNE-EN 60332-3-24
 IEC 60332-3-24



Libre de halógenos
 UNE-EN 60754-2
 UNE-EN 60754-1
 IEC 60754-2
 IEC 60754-1



Baja emisión de gases tóxicos
 UNE-EN 60754-2
 NFC 20454, It=1
 DEF-STAN 02-713



Baja emisión de humos
 UNE-EN 50399



Baja opacidad de humos
 UNE-EN 61034-2
 IEC 61034-2



Baja emisión de gases corrosivos
 UNE-EN 60754-2
 IEC 60754-2
 NFC 20453



Baja emisión de calor
 UNE-EN 50399



Reducido Desprendimiento De gotas / partículas Inflammadas
 UNE-EN 50399



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Cable flexible



Resistencia a los rayos ultravioleta



Alta seguridad

- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Reacción al fuego

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): C_{ca}-s1b,d1,a1.
- Requerimientos de fuego: UNE-EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: UNE-EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo:
 UNE-EN 60332-1-2; UNE-EN 50399;
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 61034-2.

Normativa de fuego completa (incluidas normas aplicables a países no pertenecientes a la Unión Europea):

- No propagación de la llama:

UNE-EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2

- No propagación del incendio:
 UNE-EN 50399; UNE-EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos:
 UNE-EN 60754-2; UNE-EN 60754-1;
 IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos:
 UNE-EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja emisión de humos:
 UNE-EN 50399.
- Baja opacidad de humos:
 UNE-EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Baja emisión de gases corrosivos:
 UNE-EN 60754-2; IEC 60754-2; NFC 20453.
- Baja emisión de calor:
 UNE-EN 50399.
- Reducido desprendimiento de gotas/partículas inflamadas:
 EN 50399.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



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



✓ Máxima pelabilidad

Gracias a la capa especial antiadherente se puede retirar la cubierta fácil y rápidamente. Un importante ahorro de tiempo de instalación.

✓ Limpio y ecológico

La ausencia de talco y aceites de silicona permite un ambiente de trabajo más limpio y con menos partículas contaminantes.

Aplicaciones

Cable de fácil pelado especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.

En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings y túneles de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.

En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en edificios o sobre bandejas, etc., o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.

Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). -Derivaciones individuales ITC-BT 15) -Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20). -Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28). -Locales con riesgo de incendio o explosión (adecuadamente canalizado) (ITC-BT 29). -Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004. -Edificios en general (Código técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

NOTA: para tuneles ferroviarios consultar a Prysmian. La normativa europea exige clase B2_{ca}-s1a, d1, a1.

Construcción

1. Conductor

Metal: cobre recocido.

Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

2. Aislamiento

Material: mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1.

Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1. Unipolares color natural.

3. Elemento separador

Capa especial antiadherente.

4. Relleno (si aplica)

Material: mezcla LSOH libre de halógenos.

5. Cubierta

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.

Color: verde.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



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



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17
2x1,5	0,7	10	134	13,3	23	24	30,98	24,92
2x2,5	0,7	10,9	169	7,98	32	32	18,66	15,07
2x4	0,7	11,8	213	4,95	44	42	11,68	9,46
2x6	0,7	12,9	271	3,3	57	53	7,90	6,42
2x10	0,7	15,2	399	1,91	78	70	4,67	3,84
2x16	0,7	17,7	566	1,21	104	91	2,94	2,45
2x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	135	116	1,86	1,59
2x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	168	140	1,34	1,16
2x50	1	Consultar	Consultar	0,38	204	166	0,99	0,88
3G1,5	0,7	10,4	150	13,3	23	24	30,98	24,92
3G2,5	0,7	11,4	193	7,98	32	32	18,66	15,07
3G4	0,7	12,4	250	4,95	44	42	11,68	9,46
3G6	0,7	13,6	324	3,3	57	53	7,90	6,42
3G10	0,7	16	486	1,91	78	70	4,67	3,84
3G16	0,7	18,7	696	1,21	104	91	2,94	2,45
3x25	0,9	Consultar	Consultar	0,78	115	96	1,62	1,38
3x35	0,9	Consultar	Consultar	0,55	143	117	1,17	1,01
3x50	1	Consultar	Consultar	0,38	174	138	0,86	0,77
3x70	1,1	Consultar	Consultar	0,27	223	170	0,6	0,56
3x95	1,1	Consultar	Consultar	0,20	271	202	0,43	0,42
3x120	1,2	Consultar	Consultar	0,16	314	230	0,34	0,35
3x150	1,4	Consultar	Consultar	0,12	359	260	0,28	0,3
3x185	1,6	Consultar	Consultar	0,10	409	291	0,22	0,26
3x240	1,7	Consultar	Consultar	0,08	489	336	0,17	0,21
3x300	1,8	Consultar	Consultar	0,06	549	380	0,14	0,18.../...

(1) Valores aproximados.

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

→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

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

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

AFUMEX CLASS 1000 V (AS) - RZ1-K (AS)



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



Datos técnicos

Número de conductores x sección (mm ²)	Espesor de aislamiento (mm) (1)	Diámetro exterior (mm) (1)	Peso (kg/km) (1)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Intensidad admisible al aire (2) (A)	Intensidad admisible enterrado (3) (A)	Caída de tensión (V/A km) (2) y (3)	
							cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
.../... 3 x 25/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,780/1,21	115	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	Consultar	Consultar	0,554/1,21	143	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1,0/0,9	Consultar	Consultar	0,386/0,780	174	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	Consultar	Consultar	0,272/0,554	223	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1,0	Consultar	Consultar	0,206/0,386	271	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	Consultar	Consultar	0,161/0,272	314	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	Consultar	Consultar	0,129/0,272	359	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	Consultar	Consultar	0,106/0,206	409	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	Consultar	Consultar	0,0801/0,161	489	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8/1,4	Consultar	Consultar	0,0641/0,129	549	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	11,2	173	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	12,3	227	7,98	28	27	16,23	13,1
4 G 4	0,7	13,4	298	4,95	38	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	14,7	391	3,3	49	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	17,5	593	1,91	68	58	4,06	3,34
4 G 16	0,7	20,4	855	1,21	91	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24,3	1267	0,78	115	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	28,4	1792	0,55	143	117	1,17	1,01
4 x 50	1,0	32,5	2439	0,38	174	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	37,1	3359	0,27	223	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	41,2	4276	0,20	271	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	46,7	5500	0,16	314	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	51,8	6750	0,12	359	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	57,6	8172	0,10	409	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	64,4	10642	0,08	489	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	12	202	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	13,3	266	7,98	28	27	16,23	13,1
5 G 4	0,7	14,5	351	4,95	38	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	16	467	3,3	49	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	19	711	1,91	68	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	22,2	1028	1,21	91	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,6	1529	0,78	115	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	31,4	2169	0,55	143	117	1,17	1,01
5 G 50	1,0	35,2	2969	0,38	174	138	-	-

(1) Valores aproximados.

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

→ XLP3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).

→ XLP2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).

→ XLP3 con instalación tipo E → columna 10b (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

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

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

→ XLPE2 con instalación tipo D1/D2 (Cu) → 2x, 3G monofásica.

Según UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52.

Hoja de características del producto

Especificaciones



Limitador de sobretensiones transitorias tipo 2; Acti9 iPF k; 3P+N; 20 kA; 340V

A9L15693

Principal

Range of product	Acti9
Nombre del producto	Acti 9 iPRC
Tipo de producto o componente	Disipador de sobrevoltaje
Nombre abreviado del equipo	iPF K
Función	Para corriente > 0,1 A
Normas	IEC 61643-11:2011
Certificaciones de producto	CE generador
Número de polos	3P + N
Señalización remota	Sin
Tipo de limitador de sobretensiones	Red de distribución eléctrica
Sistema de conexión a tierra	TT TN-S

Complementario

Tipo y clase de limitador de sobretensiones	Tipo 2
Tecnología de limitador de sobretensiones	MOV + GDT
[Ue] Tensión nominal de empleo	230/400 V AC - tipo de cable: +/- 10 %) en 50/60 Hz
[In] nominal discharge current	Modo común, estado 1 5 kA - tipo de cable: L/PE) Modo común, estado 1 5 kA - tipo de cable: N/PE) Modo diferencial, estado 1 5 kA - tipo de cable: L/N)
[Imax] maximum discharge current	Modo común, estado 1 20 kA L/PE Modo común, estado 1 20 kA N/PE Modo diferencial, estado 1 20 kA L/N
[Uc] tensión de funcionamiento máxima continua	Modo común, estado 1 340 V L/PE Modo común, estado 1 260 V N/PE Modo diferencial, estado 1 340 V L/N
[Up] nivel de protección de tensión	Modo común <1,5 kV tipo 2 N/PE Modo diferencial <1,1 kV tipo 2 L/N
[Ut] sobretensión temporal	337 V L/N 5 s mantenido 442 V L/PE 5 s mantenido 1200 V N/PE 200 ms mantenido 1453 V L/PE 200 ms mantenido
Tipo de dispositivo seccionador	Interruptor automático asociado iK60N 20 A curva C - Icu 6 kA Fusible asociado gG 25 A - Icu 25 kA

Tensión del circuito de señalización	0.25 A 250 V CA 50/60 Hz
Modo de montaje	Ajustable en clip - tipo de cable: carril DIN)
Pasos de 9 mm	8
Altura	81 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	69 mm
Peso del producto	420 g
Color	Blanco - tipo de cable: RAL 9003)
[Ipe] Ground residual current	0,003 mA
Conexiones - terminales	Terminal tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) 25 mm ² rígido Terminal tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) 16 mm ² flexible Terminal tipo túnel - tipo de cable: arriba o abajo) 16 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	11 mm
Par de apriete	3,5 N.m

Entorno

Grado de protección IK	IK03 acorde a IEC 62262
Humedad relativa	5...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	7,0 cm
Paquete 1 Ancho	8,0 cm
Paquete 1 Longitud	8,1 cm
Paquete 1 Peso	383,0 g
Tipo de unidad de paquete 2	BB1
Número de unidades en el paquete 2	3
Paquete 2 Altura	10,0 cm
Paquete 2 Ancho	8,0 cm
Paquete 2 Longitud	28,0 cm
Paquete 2 Peso	1,223 kg
Tipo de unidad de paquete 3	S03
Número de unidades en el paquete 3	36
Paquete 3 Altura	30,0 cm
Paquete 3 Ancho	30,0 cm
Paquete 3 Longitud	40,0 cm

Paquete 3 Peso 15,257 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible Producto Green Premium

Reglamento REACH [Declaración de REACH](#)

Directiva RoHS UE Conforme
[Declaración RoHS UE](#)

Sin mercurio Sí

Normativa de RoHS China [Declaración RoHS China](#)
Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias

Información sobre exenciones de RoHS [Sí](#)

Comunicación ambiental [Perfil ambiental del producto](#)

Perfil de circularidad [Información de fin de vida útil](#)

Información Logística

País de Origen ES

Garantía contractual

Periodo de garantía 18 months

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



iID 4P - 100A - 30mA - SI

A9R31491

Principal

Gama	Acti 9
Nombre del producto	Acti 9 iID40
Tipo de producto o componente	Interruptor diferencial (RCCB)
NOmbre abreviado del equipo	iID
Número de polos	4P
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	100 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo A-SI

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
Poder de conexión y de corte	Idm 1500 A Im 1500 A
Corriente condicional de cortocircuito	10 kA
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Ajustable en clip

Soporte de montaje	Carril DIN
Pasos de 9 mm	8
Altura	91 mm
Anchura	72 mm
Profundidad	73,5 mm
Peso del producto	0,37 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	AC-1, estado 1 10000 ciclos
Descripción de las opciones de bloqueo	Dispositivo de cierre con candado
Conexiones - terminales	Terminal simple arriba o abajo1...35 mm ² rígido Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible Terminal simple arriba o abajo1...25 mm ² flexible con terminal
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,5 N.m arriba o abajo

Entorno

Normas	EN/IEC 61008-1
Grado de protección IP	IP20 conforming to IEC 60529 IP40 (envolvente modular) conforming to IEC 60529
Grado de contaminación	3
Compatibilidad electromagnética	Resistencia a impulsos 8/20 µs, 3000 A acorde a EN/IEC 61008-1
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	7,5 cm
Paquete 1 Ancho	8,5 cm
Paquete 1 Longitud	10,0 cm
Paquete 1 Peso	411,0 g
Tipo de unidad de paquete 2	S03
Número de unidades en el paquete 2	27
Paquete 2 Altura	30,0 cm
Paquete 2 Ancho	30,0 cm
Paquete 2 Longitud	40,0 cm
Paquete 2 Peso	11,498 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACh	Declaración de REACh

Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
----------------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Easypact CVS - Interruptor-seccionador CVS100NA - 100 A - 4P

LV510426

Principal

Gama de producto	Easypact CVS100...250
Gama	EasyPact (**)
Nombre del producto	EasyPact CVS100
NOmbre abreviado del equipo	CVS100NA
Tipo de producto o componente	Interruptor seccionador
Función	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Tipo de red	AC
[Ie] Corriente nominal de empleo	AC-22A, estado 1 100 A AC 50/60 Hz 220/240 V AC-22A, estado 1 100 A AC 50/60 Hz 380/415 V AC-22A, estado 1 100 A AC 50/60 Hz 440 V AC-23A, estado 1 100 A AC 50/60 Hz 220/240 V AC-23A, estado 1 100 A AC 50/60 Hz 380/415 V AC-23A, estado 1 100 A AC 50/60 Hz 440 V
[Ith] Corriente térmica convencional	100 A en 50 °C
[Icm] capacidad nominal de cortocircuito	75 kA con interruptor automático aguas arriba 2,6 kA solo interruptor-seccionador
Código de poder de corte	DE
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60947-3 Sí acorde a valores instantáneos y de demanda
Categoría de empleo	AC-23A AC-22A
Protección contra fugas a tierra	Sin

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Tipo de control	Maneta
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Placa posterior
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte delantera
[Icw] Corriente temporal admisible	0,69 kA durabilidad eléctrica 20 s acorde a valores instantáneos y de demanda 1,8 kA durabilidad eléctrica 1 s acorde a valores instantáneos y de demanda 1,8 kA durabilidad eléctrica 3 s acorde a valores instantáneos y de demanda

Indicador de posición del contacto	Sí
Corte visible	No
Durabilidad mecánica	30000 ciclos acorde a valores instantáneos y de demanda
Durabilidad eléctrica	AC-22A, estado 1 8000 ciclos 415 V AC 50/60 Hz In acorde a valores instantáneos y de demanda AC-23A, estado 1 8000 ciclos 415 V AC 50/60 Hz In acorde a valores instantáneos y de demanda
Paso de conexión	35 mm
Altura	161 mm
Anchura	140 mm
Profundidad	86 mm
Peso del producto	2,4 kg

Entorno

Normas	EN 60947-3 Valores instantáneos y de demanda
Certificaciones de producto	GOST IEC
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de contaminación	3 acorde a IK07
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-50...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	13,8 cm
Paquete 1 Ancho	15,2 cm
Paquete 1 Longitud	19,2 cm
Paquete 1 Peso	2,238 kg
Tipo de unidad de paquete 2	S04
Número de unidades en el paquete 2	6
Paquete 2 Altura	30,0 cm
Paquete 2 Ancho	40,0 cm
Paquete 2 Longitud	60,0 cm
Paquete 2 Peso	14,194 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACh	Declaración de REACh
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias

Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil

RAEE En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen ES

Garantía contractual

Periodo de garantía 18 months

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor automatico ComPacT NSX400R 200kA AC 4P 400A Micrologic 5.3E

C40R45E400

Principal

Gama	ComPacT nueva generación
Nombre del producto	UL Compact
Nombre abreviado del equipo	NSX400R
Tipo de producto o componente	Interruptor automático
Función	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Descripción de polos protegidos	4R 3D + OSN 3R+ N/2 3R
Posición de neutro	Izquierda
[In] Corriente nominal	400 A en 40 °C
[Ue] Tensión nominal de empleo	690 V AC 50/60 Hz
Tipo de red	AC
Frecuencia de red	50/60 Hz
Poder de seccionamiento	Sí acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A
[Icu] rated ultimate short-circuit breaking capacity	200 kA Icu en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 200 kA Icu en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 200 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 80 kA Icu en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 65 kA Icu en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A 45 kA Icu en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En > 50 A
Performance level	R 200 kA 415 V AC
Unidad de control	Micrologic 5.3 E
Tecnología de unidad de disparo	Electrónico
Funciones de protección de unidad de control	LSI
Tipo de control	Maneta
Circuit breaker mounting mode	Fijo

Complementario

[Ui] Tensión nominal de aislamiento	800 V AC 50/60 Hz
-------------------------------------	-------------------

[Uimp] Resistencia a picos de tensión	8 kV
[Ics] rated service short-circuit breaking capacity	200 kA en 220/240 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 200 kA en 380/415 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 200 kA en 440 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 80 kA en 500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 65 kA en 525 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A 45 kA en 660/690 V AC 50/60 Hz acorde a En> 50 A
Durabilidad mecánica	15000 ciclos
Durabilidad eléctrica	12000 ciclos en 440 V In/2 6000 ciclos en 440 V In 6000 ciclos en 690 V In/2 3000 ciclos en 690 V In
Potencia disipada por polo	19,2 W
Soporte de montaje	Placa posterior
Posición de montaje	Horizontal y vertical Flat on the back
Conexión superior	Frontal
Conexión hacia abajo	Parte delantera
Paso de conexión	45 mm
Tipo de protección	L : for protección de sobrecarga (mucho tiempo) S : for prot.cont.cortoc. (per.corto) I : for prot.contra cortocirc.(inst.)
Calibre de la unidad de disparo	400 A en 40 °C
Long-time pick-up adjustment type Ir (thermal protection)	9 regulaciones
[Ir] long-time protection pick-up adjustment range	160...400 A
Long-time protection delay adjustment type tr	Ajustable
[Tr] long-time protection delay adjustment range	15...400 s en 1.5 x Ir 0,5...16 s en 6 x Ir 0,35...11 s en 7.2 x Ir
Neutral protection settings	0.5 x Ir - tipo de cable: 3R+ N/2) 1 x Ir - tipo de cable: 4R) 1.6 x Ir - tipo de cable: 3D + OSN) Protección de sobrecarga (mucho tiempo) - tipo de cable: 3R)
Memoria térmica	20 minutos antes y después del disparo
Short-time protection pick-up adjustment type Isd	9 regulaciones
[Isd] Short-time protection pick-up adjustment range	1.5...10 x Ir
Short-time protection delay adjustment type tsd	5 ajustes regulables
[Tsd] Short-time protection delay adjustment range	0...0,4 s I ^t =off 0,1...0,4 s I ^t =on
Instantaneous protection pick-up adjustment type li	Ajustable
[li] instantaneous protection pick-up adjustment range	1.5...12 x In
Protección contra fugas a tierra	Sin
Selectividad lógica ZSI	Con
Number of slots for electrical auxiliaries	6 ranura(s)
Señalizaciones en local	Listo para operar, estado 1 LED parpadeante - tipo de cable: verde) Sobrecarga, estado 1 LED 105 % Ir - tipo de cable: rojo) Sobrecarga, estado 1 LED 90 % Ir - tipo de cable: naranja)
Tipo de pantalla	Pantalla LCD

Tipo de medición	Med energía
Comunicación de datos	Historias con sello de tiempo y tablas de eventos. Valores instantáneos y de demanda Calidad de la energía Activar / desactivar Ig Maxímetros / minímetros Fino trenzado Indicadores de mantenimiento Configuración de protección y alarma
Width (W)	185 mm
Height (H)	255 mm
Depth (D)	110 mm
Peso del producto	7,9 kg

Entorno

Normas	HB2
Certificaciones de producto	CCC generador Marina
Categoría de sobretensión	Clase II
Clase de protección contra descargas eléctricas	Clase II
Grado de contaminación	3 acorde a IK07
Grado de protección IP	IP40 acorde a IEC 60529
Grado de protección IK	IK07 acorde a IEC 62262
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Humedad relativa	0...95 %
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m sin disminución 2000 m ... 5000 m con restricciones

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	15,2 cm
Paquete 1 Ancho	20,3 cm
Paquete 1 Longitud	29,2 cm
Paquete 1 Peso	7,585 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACh	Declaración de REACh
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
Información sobre exenciones de RoHS	Sí

Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
Perfil de circularidad	Información de fin de vida útil
Sin PVC	Sí
Presencia de halógenos	Producto con contenido plástico sin halógenos

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor magnetotérmico; Acti9 C120N; 4P; 100 A; curva C; 10000 A/10 kA

A9N18374

Principal

Gama de producto	Dardo Plus
Gama	Acti 9
Nombre del producto	C120
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
NOmbre abreviado del equipo	C120N
Función	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Número de polos protegidos	4
[In] Corriente nominal	100 A en 30 °C
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	10000 A Icn en 230...400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 6 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 20 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en <= 500 V corriente continua acorde a Icu
Poder de seccionamiento	Sí acorde a En > 50 A

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz <= 500 V corriente continua 220...240 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz 230...400 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	7500 A 75 % acorde a EN/IEC 60898-1 - 230...400 V AC 50/60 Hz 4,5 kA 75 % acorde a Icu - 440 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a Icu - 380...415 V AC 50/60 Hz 15 kA 75 % acorde a Icu - 220...240 V AC 50/60 Hz 10 kA 100 % acorde a Icu - <= 500 V corriente continua
Clase de limitación	3 acorde a Icu
[Ui] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a Icu

[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a Icu
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Carril DIN simétrico de 35 mm
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Sí
Pasos de 9 mm	12
Altura	81 mm
Anchura	108 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	0,82 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	5000 ciclos acorde a En > 50 A
Descripción de las opciones de bloqueo	Handle sealable with cable diameter 0.7mm in OFF or ON position
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel 1...50 mm ² rígido Terminales de tipo túnel 1,5...35 mm ² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	15 mm
Par de apriete	3,5 N.m
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente

Entorno

Normas	Icu EN/IEC 60898-1
Certificaciones de producto	generador
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60529
Grado de contaminación	3 acorde a En > 50 A
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	95 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C

Unidades de embalaje

Tipo de unidad de paquete 1	PCE
Número de unidades en el paquete 1	1
Paquete 1 Altura	7,5 cm

Paquete 1 Ancho	8,8 cm
Paquete 1 Longitud	10,8 cm
Paquete 1 Peso	772 g
Tipo de unidad de paquete 2	BB1
Número de unidades en el paquete 2	3
Paquete 2 Altura	10 cm
Paquete 2 Ancho	9 cm
Paquete 2 Longitud	33 cm
Paquete 2 Peso	2,378 kg
Tipo de unidad de paquete 3	S03
Número de unidades en el paquete 3	18
Paquete 3 Altura	30 cm
Paquete 3 Ancho	30 cm
Paquete 3 Longitud	40 cm
Paquete 3 Peso	14,755 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas



Ficha técnica

Bandejas aislantes 66 en **U23X**



Descripción

Uso

- Para el soporte, protección y conducción de cables.
- Material aislante.
- Longitud: 3m.
- Color: Gris RAL 7035.

Instalación

- Facilidad y rapidez de montaje. No presenta rebabas al corte.

Instrucciones de montaje

- Para el cumplimiento de las características definidas en el presente documento, la instalación se ha de realizar de acuerdo con las instrucciones de montaje que se suministran en el embalaje del producto principal y están disponibles también en la página www.unex.net.

Composición del producto

- Sistema de bandejas para instalaciones exteriores e interiores. Apto para ambientes húmedos, salinos y químicos: U23X ⁽¹⁾
- Soportes aislantes para instalaciones exteriores e interiores. Apto para ambientes húmedos, salinos y químicos: U23X ⁽¹⁾
- Soportes metálicos para instalaciones exteriores e interiores. Apto para ambientes húmedos, salinos y químicos: Acero inoxidable AISI 304. ⁽¹⁾
- Soportes metálicos para instalaciones exteriores e interiores. Apto para ambientes húmedos: Acero con recubrimiento de resina epoxi ⁽¹⁾
- Soportes metálicos para instalaciones interiores secas: Acero sendzimir.
- Contenido de silicona: Sin silicona (<0,01%)
- Cumplimiento Directiva RoHS: Conforme



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA

900 166 166



Ficha técnica



Bandejas aislantes 66 en U23X

Marcas de calidad (2)



EN 61537: 2007
Licencia nº: 030/001911



EN 50085-1:2006 EN
50085-1:2006/A1:2013 EN
50085-2-1:2008 EN
50085-2-1:2008/A1:2012
Licencia nº: 030/002491



EN 61537: 2007
Licencia nº: 670639/M2



EN 61537: 2007
Licencia nº: 40011889



ANSI / UL 568: 2009 -
CAN/CSA C22.2 No.
126.2-02
Licencia nº: E335136



GOST R 52868:2007
POCC.RU.C-ES-
AK01.H.02882/19

Homologaciones (2)



Type approval Certificate
nº 05116/H0 BV



FZ-123-FZ
POCC RU C-
ES.AK01.H.02882/19

Características

EN 61537:2007 Norma Europea de Bandejas y Bandejas de Escalera

Temperatura mín./máx. de transporte, almacenaje, instalación y uso	-20°C a +60°C
Resistencia al impacto	20 J a -20°C (excepto 60x100: 10 J y 60x75: 5 J).
Propiedades eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de bandejas y soportes aislantes (excepto soportación metálica). • Con aislamiento eléctrico.
Resistencia a la propagación de la llama s/ EN 60695-11-2:2003 (3)	No propagador de la llama.



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA
900 166 166



Ficha técnica



Bandejas aislantes 66 en U23X

EN 61537:2007 Norma Europea de Bandejas y Bandejas de Escalera

Recubrimiento	Sin recubrimiento (excepto soportes metálicos con recubrimiento metálico y soportes metálicos con recubrimiento orgánico).
Carga de trabajo de seguridad (SWL) s/ensayo Tipo I	<ul style="list-style-type: none"> • 60x75 mm : 7,9 Kg/m • 60x100 mm. : 10,8 Kg/m • 60x150 mm. : 16,6 Kg/m • 60x200 mm. : 22,5 Kg/m • 60x300 mm. : 33,7 Kg/m • 60x400 mm. : 45,6 Kg/m • 100x200 mm. : 37,6 Kg/m • 100x300 mm. : 57,3 Kg/m • 100x400 mm. : 77,2 Kg/m • 100x500 mm. : 96,6 Kg/m • 100x600 mm. : 116,5 Kg/m
Condiciones del ensayo de Carga de trabajo de seguridad (SWL)	<ul style="list-style-type: none"> • T = 40 °C Distancia entre soportes 1,5 m. • T = 60 °C Distancia entre soportes 1 m. • Flecha longitudinal inferior al 1% y transversal inferior al 5%. • Ensayo tipo I : La unión entre 2 tramos de bandeja de escalera se situa en el punto medio del primer vano durante el ensayo (la situación más dura de ensayo) de esta forma, en una situación real la unión podrá ser colocada en cualquier punto entre 2 soportes. • El sistema de bandejas (bandejas y soportes) deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga de trabajo de seguridad (SWL)
Ensayo del hilo incandescente s/ EN 60695-2-11:2001 ⁽³⁾	Grado de severidad 960°C.
Resistencia a la corrosión húmeda o salina	Inherentemente resistente. No precisa ensayo.

EN 61537:2007 Norma Europea de Bandejas y Bandejas de escalera

% perforación de la base	<ul style="list-style-type: none"> • Clase B (entre 2% y 15%) para bandejas perforadas. • Clase A (entre 0% y 2%) para bandejas lisas.
--------------------------	--

DIN 8061 e ISO/TR 10358

Resistencia a la corrosión en ambientes químicos	Resistencia definida en norma frente a diferentes agentes químicos según temperatura y concentración.
--	---

EN 50085-1:1997 Bandeja + tapa. Características requeridas por REBT

Temperatura mínima de instalación y aplicación	-25°C
--	-------



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA
900 166 166



Ficha técnica

Bandejas aislantes 66 en **U23X**



EN 50085-1:1997 Bandeja + tapa. Características requeridas por REBT

Temperatura máxima de instalación y aplicación	+60°C
Resistencia al impacto	Muy fuerte (20 J).
Propiedades eléctricas	Canal aislante.
Resistencia a la propagación de la llama s/ EN 60695-11-2:2003 ⁽⁴⁾	No propagador de la llama.
Retención de la tapa	Abrible sólo con herramienta.
Protección contra la penetración de objetos sólidos s/ EN 60529:1991 ⁽⁴⁾	<ul style="list-style-type: none">• Perforada: Grado IP2X.• Lisa : Grado IP3X.
Protección contra daños mecánicos s/ EN 62262:2002 ^(5, 4)	Bandejas con tapa. Grado IK10.

EN 50085-2-1:2006 + A1:2011 Norma europea de Canales

Material	No metálico.
Temperatura mínima de almacenamiento y transporte	-45°C
Temperatura mínima de instalación y aplicación	-25°C
Temperatura máxima de instalación y aplicación	+60°C
Resistencia a la propagación de la llama s/ EN 60695-11-2:2003 ⁽⁴⁾	No propagador de la llama.
Continuidad eléctrica	Sin continuidad eléctrica.
Características de aislamiento eléctrico	Con aislamiento eléctrico.
Grado de protección proporcionado por la envolvente s/ EN 60529:1991 ⁽⁴⁾	<ul style="list-style-type: none">• IP3X. Bandeja lisa con tapa.• IP2X. Bandeja perforada con tapa.
Retención de la cubierta de acceso al sistema	Cubierta de acceso que solo puede abrirse con herramientas.
Separación de protección eléctrica	Con y sin tabique de separación de protección interna.
Tipos de montaje previstos ⁽⁶⁾	De montaje superficial en la pared.
Prevención contacto con líquidos	No aplica.
Funciones aseguradas	Tipo 1. (Bandeja con tapa, tabique, anclaje IK10 y tapa final)
Tensión asignada ⁽⁷⁾	750 V
Protección contra daños mecánicos s/ EN 62262:2002 ^(5, 4)	Bandeja con tapa: Grado IK10



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA

900 166 166



Ficha técnica



Bandejas aislantes 66 en U23X

Características constructivas y funcionales

- Unión entre tramos: Unión entre tramos de espesor igual o superior al de las bandejas a unir. Con taladros longitudinales para absorber dilataciones.
- Soportes: Los soportes horizontales deberán cumplir la norma EN 61537:2007 con las cargas máximas de las bandejas que soportan.
- Embalado del producto: Producto perfectamente embalado y claramente identificado.
- Tipo de perfil: Bandejas y tapas, ambas con paredes macizas y fabricadas por extrusión.
- Aislamiento: Bandeja aislante, no precisa de puesta a tierra.
- Comportamiento a intemperie: Buen comportamiento frente a UV e intemperie. Certificado UL LISTED como 'Suitable for outdoor' ANSI/UL 568:2009 y CAN/CSA C22.2 No. 126.2-02.

Normativa de obligado cumplimiento

Producto bajo Directiva Europea de Baja Tensión 2014/35/UE

Marcado CE	Conformidad con la norma EN 61537:2007.
------------	---

Características de materia prima U23X

- Materia Prima base: PVC
- Contenido en siliconas: <0,01% ⁽⁸⁾
- Contenido en ftalatos s/ASTM D2124-99:2004: <0,01% ⁽⁸⁾
- Rigidez dieléctrica s/EN 60243-1:2013: 18±5 kV/mm
Probeta espesor 2,5 mm.
- Reacción al fuego s/UNE 201010:2015: Clasificación: M1
- Ensayos de inflamabilidad UL de materiales plásticos s/ANSI/UL 94: 1990: Grado UL94: V0
- L.O.I. Índice de oxígeno s/EN ISO 4589:1999 + A1:2006: (Concentración %) = 52±5
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,07 mm/°C m. ⁽⁹⁾
- Comportamiento frente a agentes químicos: Las normas ISO/TR 10358 y DIN 8061 indican el comportamiento del PVC rígido frente a una serie de productos químicos en función de la temperatura y la concentración.
Resiste el ataque de la mayoría de:
 - Aceites (minerales, vegetales y parafinas)
 - Acidos orgánicos e inorgánicos (diluidos o concentrados)
 - Acidos grasos
 - Alcoholes
 - Carbonatos, Fosfatos, Nitratos, Sulfatos y otras soluciones salinas
 - Hidrocarburos alifáticos
 - Hidróxidos (diluidos o concentrados)Sin embargo, es atacado por la mayoría de:
 - Aminas
 - Cetonas
 - Fenoles
 - Hidrocarburos aromáticos ⁽⁹⁾
- Ensayo de resistencia al Ozono s/ASTM D-1149: Sin grietas a 2 aumentos
- Homologación UL: UL File E317944 (sólo formulación extrusión color gris y azul)



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA
900 166 166



Ficha técnica

Bandejas aislantes 66 en **U23X**



Características de materia prima Acero recubierto con resina epoxi

- Materia Prima base: Acero
- Recubrimiento: Recubrimiento ARC+resina epoxi/Poliéster
- Clasificación: Aceros DD11 s/EN 10111:2008 y DC01 s/EN 10130:1999

Características de materia prima Acero inoxidable recubierto con resina epoxi

- Materia Prima base: Acero inoxidable
- Recubrimiento: Resina epoxi/Poliéster
- Comportamiento frente a agentes químicos: Resiste el ataque de la mayoría de:
 - Aceites (minerales y vegetales)
 - Acetonas
 - Ácidos grasos
 - Alcoholes
 - Amoníaco
 - Hidrocarburos alifáticos
 - Hidróxidos
 - Carbonatos
 - Fosfatos
 - Nitratos
 - Sulfatos ⁽⁹⁾
- Clasificación: EN 10088: 1.4301
AISI:AISI 304
NF A35-586:Z6CN 18-09
DIN 17440:1.4301(V2A)
BS:304,S31

Características de materia prima Acero sendzimir

- Materia Prima base: Acero
- Recubrimiento s/EN 10130:1998: Pregalvanizado Z275-MBO
- Clasificación s/EN 10142: 2000: DX53D+Z275-MBO

Características de materia prima PVC Plastificado

- Materia Prima base: PVC plastificado
- Ensayos de inflamabilidad UL de materiales plásticos s/ANSI/UL 94: 1990: grado UL94 V0



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA
900 166 166



Ficha técnica

Bandejas aislantes 66 en **U23X**



Características de materia prima Acero inoxidable A2

- Materia Prima base: Acero inoxidable A2
- Comportamiento frente a agentes químicos: Resiste el ataque de la mayoría de:
 - Aceites (minerales y vegetales)
 - Acetonas
 - Ácidos grasos
 - Alcoholes
 - Amoníaco
 - Hidrocarburos alifáticos
 - Hidróxidos
 - Carbonatos
 - Fosfatos
 - Nitratos
 - Sulfatos ⁽⁹⁾
- Clasificación: EN 10088: 1.4301
AISI:AISI 304
NF A 35-573:Z7 CN 18.09
DIN 17440:1.4301(V2A)
BS:304,S31
EN ISO 3506 A2

Características de materia prima Acero inoxidable A4

- Materia Prima base: Acero inoxidable A4
- Comportamiento frente a agentes químicos: Resiste el ataque de la mayoría de:
 - Aceites (minerales y vegetales)
 - Acetonas
 - Ácidos
 - Alcoholes
 - Amoníaco
 - Hidrocarburos alifáticos
 - Hidróxidos
 - Carbonatos
 - Fosfatos
 - Nitratos
 - Sulfatos ⁽⁹⁾
- Clasificación: EN 10088-1: 1.4401
AISI: AISI 316
NF A35-573: Z7 CND 17.11.02
DIN 17440: 1.4401(V4A)
BS: 316 S 31
EN ISO 3506-4 A4



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA

900 166 166



Ficha técnica



Bandejas aislantes 66 en **U23X**

Notas

1. En instalaciones al exterior puede producirse un cambio de color del material que no afecta a las características mecánicas del mismo. En caso de pintado, las pinturas de color oscuro provocan un mayor calentamiento del producto una vez expuesto al sol, por ello se recomienda utilizar Bandejas en U48X.
2. Excepto referencias nuevas, en proceso de obtención de marcas de calidad y homologaciones. Ver información actualizada por referencia en www.unex.net.
3. Ensayo realizado según prescripciones de norma EN 61537:2007 / IEC 61537:2006
4. Ensayo realizado según prescripciones de norma EN 50085-1
5. Instalada con la pieza Anclaje de Tapa ref. 66845 ó 66855. Sin pieza Anclaje de Tapa: resistencia al impacto Medio (2J) y protección contra daños mecánicos grado IK07.
6. Empleando bridas plásticas como dispositivo de retención de cables cada 0,25 m en posición vertical recorridos horizontales y cada 0,6 m en posición vertical recorridos verticales.
7. Ensayo realizado considerando el uso de la bandeja con tapa para proporcionar aislamiento suplementario a un conductor aislado según prescripciones de norma EN 50085-1 (Directiva de Baja Tensión)
8. Limite de detección para la técnica analítica aplicada
9. Las características marcadas se basan en ensayos puntuales sobre la materia prima utilizada para la fabricación de nuestros productos o bien reflejan los valores generalmente aceptados en la práctica por los fabricantes de materia prima y que facilitamos únicamente a título informativo y de orientación.

* La información de este documento es un resumen de los datos más utilizados por nuestros clientes. Para más detalle contacte con nuestra asistencia técnica.

** Unex aparellaje eléctrico, S.L. se reserva el derecho de modificar cualquiera de las características de los productos que fabrica. Este documento es una copia no controlada, que no se actualizará al producirse cambios en su contenido.

27/12/2022



Según norma UNE-EN ISO 9001:2015 para el diseño, la producción y la comercialización de Sistemas de la Marca Unex.

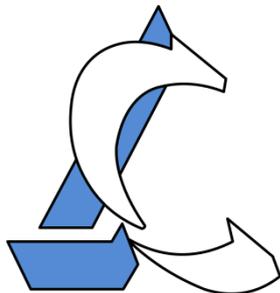
www.unex.net
unex@unex.net

ASISTENCIA TÉCNICA
PERSONALIZADA

900 166 166

GESTOR DE AUTOCONSUMO E INYECCIÓN CERO

ITR 2.0 B



LACECAL

Edificio UVAINNOVA
Campus Miguel Delibes
Paseo de Belén 11
47011 Valladolid
<http://www.lacecal.es>



Distribuido por Amara NZero

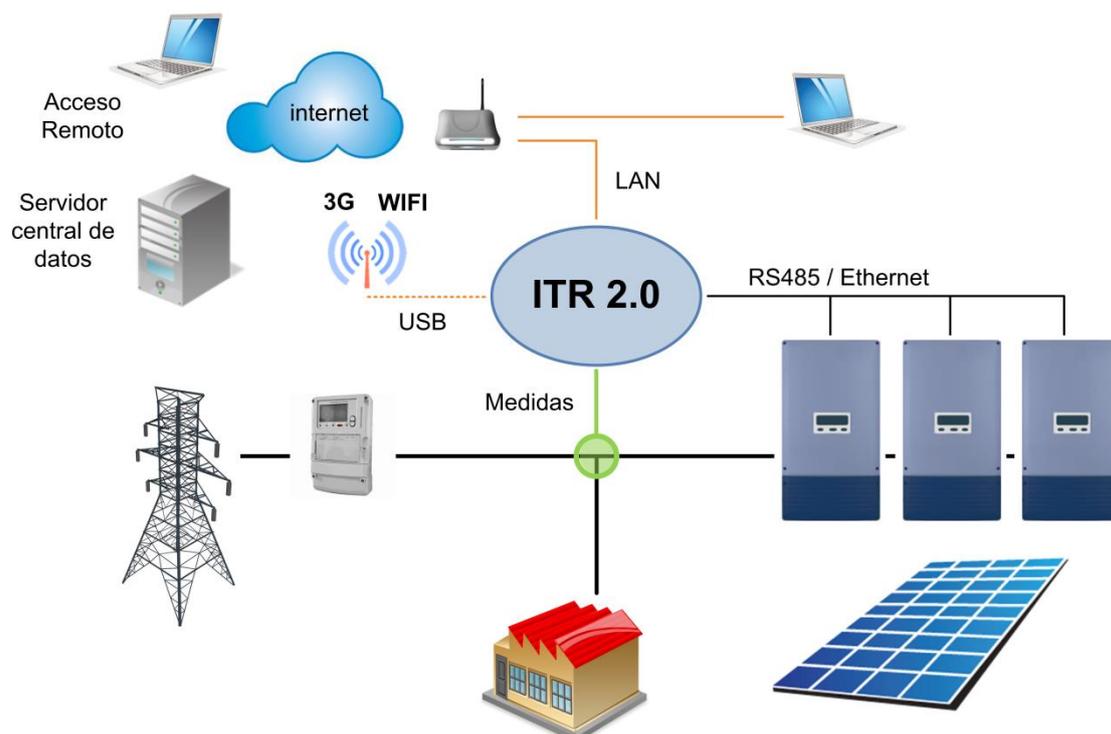
Departamento técnico

+34 91 167 10 52

tecnicos.solar@amaranzero.com

<https://amaranzero.es>

El sistema de gestión de autoconsumo e inyección cero de LACECAL integra un **dobles analizador de redes trifásico** que mide de forma simultánea tres tensiones y hasta seis corrientes, por lo que conectado en el punto de entronque de la conexión a red con la planta fotovoltaica y los consumos permite monitorizar por completo el estado de la instalación en cada instante.



Las tensiones de red se conectan directamente, mientras que para la medida de las corrientes se utilizan transformadores de corriente externos con secundario de 5 A o 250 mA. La precisión en la medida de potencia del ITR es del 1%.

La velocidad de refresco de las medidas y del bucle de control es de 0,1 segundos. En cuanto el ITR 2.0 detecta que se está produciendo vertido de energía en la red eléctrica envía a los inversores los comandos de control adecuados para reducir su producción y eliminar dicho vertido. En función de la marca y modelo de los inversores la comunicación se puede realizar mediante RS485 o Ethernet. La posibilidad de realizar el control mediante Ethernet reduce drásticamente el tiempo de respuesta ya que la transmisión de la consigna a todos los inversores de la planta es prácticamente instantánea.

Además, al medir siempre al menos la energía que se está intercambiando con la red eléctrica (la misma que medirá el contador de la compañía) el bucle de control se ha programado en lazo cerrado, no dependiendo de la precisión con la que los inversores ajusten su potencia al valor programado. El ITR 2.0 ajustará continuamente el punto de funcionamiento de los inversores con el objetivo de no inyectar energía en la red.

Valores eficaces		Actualización automática 		
RED	Total	Fase R	Fase S	Fase T
Tensión:	--	224,9 V	225,5 V	225,7 V
Intensidad:	--	19,0 A	18,5 A	19,1 A
Potencia Activa:	11,706 kW	3,910 kW	3,841 kW	3,954 kW
Potencia Reactiva:	-5,053 kVAr	-1,736 kVAr	-1,605 kVAr	-1,712 kVAr
Potencia Aparente:	12,750 kVA	4,284 kVA	4,170 kVA	4,318 kVA
Factor de Potencia:	0,918	0,913	0,921	0,916
FOTOVOLTAICA	Total	Fase R	Fase S	Fase T
Tensión:	--	224,9 V	225,5 V	225,7 V
Intensidad:	--	8,6 A	8,5 A	8,5 A
Potencia Activa:	5,773 kW	1,923 kW	1,922 kW	1,928 kW
Potencia Reactiva:	0,013 kVAr	0,003 kVAr	0,001 kVAr	0,010 kVAr
Potencia Aparente:	5,773 kVA	1,923 kVA	1,922 kVA	1,928 kVA
Factor de Potencia:	1,000	1,000	1,000	1,000
CONSUMO	Total	Fase R	Fase S	Fase T
Tensión:	--	224,9 V	225,5 V	225,7 V
Intensidad:	--	27,1 A	26,5 A	27,1 A
Potencia Activa:	17,479 kW	5,834 kW	5,764 kW	5,882 kW
Potencia Reactiva:	-5,040 kVAr	-1,733 kVAr	-1,605 kVAr	-1,702 kVAr
Potencia Aparente:	18,191 kVA	6,086 kVA	5,983 kVA	6,123 kVA
Factor de Potencia:	0,961	0,959	0,963	0,961

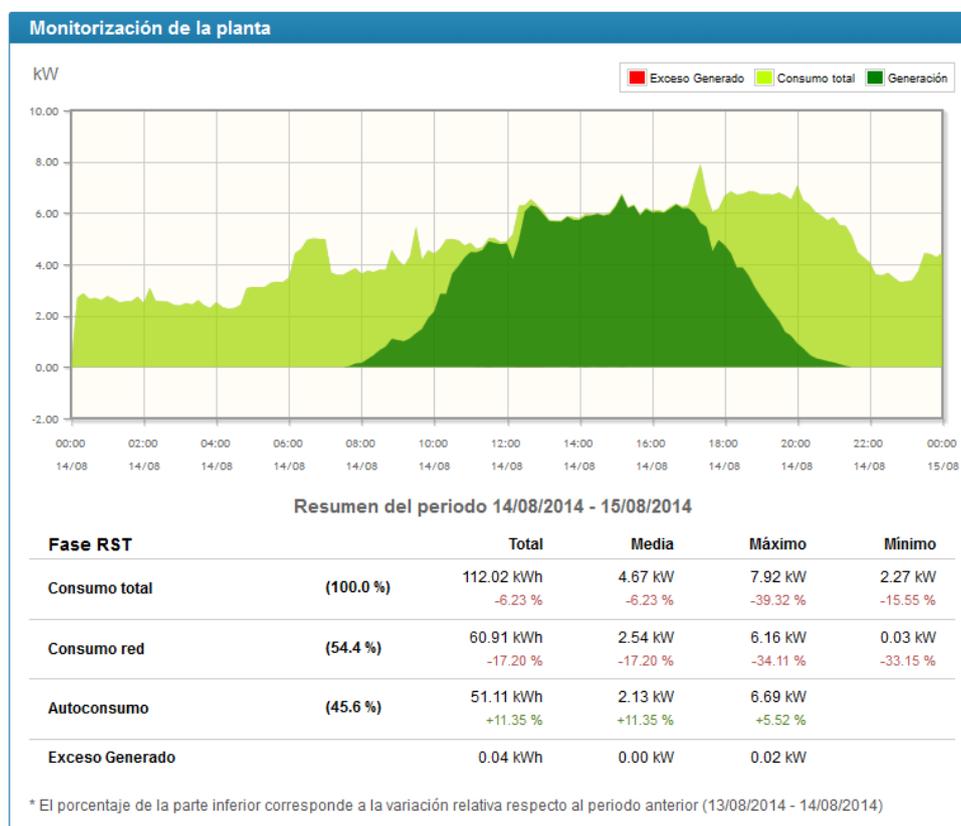
La instalación y configuración del Gestor de Autoconsumo se realiza de forma sencilla y amigable gracias al **servidor WEB integrado**. En una de sus pantallas están disponibles todas las medidas de tensión, corriente y potencia de la instalación, lo que permite detectar posibles errores de conexión y verificar que el sistema funciona correctamente.

Mediante cualquiera de sus tres salidas de control incorporadas se puede también manejar un relé que desconecte la planta fotovoltaica si ante los comandos enviados por el ITR 2.0 los inversores no responden reduciendo la potencia.

En instalaciones trifásicas que incorporan inversores monofásicos repartidos en las distintas fases el ITR 2.0 realiza tres bucles de control como el descrito, uno por cada una de las fases, de forma que se optimiza el aprovechamiento de la energía producida si las cargas están desequilibradas.

Si se dispone de conexión a internet, se enviarán los datos registrados a un servidor central y se podrá acceder a ellos en cualquier momento y desde cualquier lugar mediante nuestra **plataforma WEB gratuita**, lo que permite verificar la instalación de forma continua.

Además se pueden configurar **alarmas y avisos** que se envían por correo electrónico ante determinados eventos, permitiendo la rápida detección de los posibles fallos.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Alimentación	Externa: 5 Vdc 2 A máximo	
Medida de tensión	<u>Modelo medida directa</u> 3 x 230 V (fase-neutro) 50 ... 60 Hz 0,03 VA	<u>Modelo media tensión</u> 3 x 63,5 V (fase-neutro) 50 ... 60 Hz 0,01 VA
Medida de corriente	.../0,250 A (0,04 VA) .../5 A (0,5 VA)	
Precisión	1 %	
Comunicaciones	Ethernet RS485 WIFI / 3G mediante dispositivos USB estándar no incluidos.	
Interface de usuario	Servidor WEB integrado en el equipo. Acceso mediante Ethernet o WIFI.	
Registro de datos	Almacenamiento local de todos los datos de funcionamiento en uSD incluida.	
Conexión a internet	Ethernet / WIFI / 3G Necesaria para el envío de datos al portal web y recepción de actualizaciones de firmware automáticas.	
Características Mecánicas	6 módulos DIN (106x90x58 mm) ABS UL94V-0 225 gr Montaje en Carril DIN 46277 (EN 50022)	
Rango de temperatura de trabajo	-25°C ... +70°C	
Rango de temperatura de almacenamiento	-40°C ... +85°C	
Humedad relativa máxima sin condensación	95%	
Altitud máxima	2000m	
Grado de protección	IP20	

Normativa	
Compatibilidad electromagnética	UNE-EN 61000-6-4:2019 UNE-EN 61000-6-2:2019
Seguridad eléctrica	UNE-EN 61010-1:2011/A1:2020

GARANTÍA

El fabricante, LACECAL:

Garantiza sus productos contra todo defecto de fabricación por un período de tres años a partir de la entrega de los equipos.

Reparará, todo producto defectuoso de fabricación devuelto durante el período de garantía. Si no fuera posible la reparación, reemplazará el producto, requiriéndose siempre la devolución del producto defectuoso.

No aceptará ninguna devolución ni se reparará ningún equipo si no viene acompañado de un informe indicando el defecto observado o los motivos de la devolución.

Dejará sin efecto la garantía si el equipo ha sufrido “mal uso” o no se han seguido las instrucciones de sus guías de uso e instalación en todos sus aspectos: almacenaje, instalación y mantenimiento. Se define “mal uso” como cualquier situación de empleo, mantenimiento o almacenamiento contraria al código electrotécnico nacional o que supere los límites indicados en el apartado de características técnicas y ambientales de este manual. Asimismo la garantía quedará sin efecto si se comprueba que el equipo ha sido abierto o manipulado con anterioridad por personal ajeno a LACECAL.

LACECAL declina toda responsabilidad por los posibles daños en el equipo o en otras partes de las instalaciones en las que se encuentre y no cubrirá las posibles penalizaciones derivadas de una avería no cubierta por la garantía. La presente garantía no es aplicable a las averías producidas en los siguientes casos:

- Por sobretensiones y/o perturbaciones eléctricas en el suministro.
- Por agua, si el producto no tiene la Clasificación IP apropiada.
- Por falta de ventilación y/o temperaturas excesivas.
- Por una instalación incorrecta y/o falta de mantenimiento.
- Si el comprador repara o modifica el material sin autorización del fabricante.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

Fabricante: Asociación LACECAL

Dirección: Escuela de Ingenierías Industriales
Paseo del Cauce 59
47011 Valladolid

Declaramos bajo nuestra responsabilidad que el producto

Gestor de autoconsumo e inyección Cero ITR 2.0

modelos

ITR 2.0B / 0.25A
ITR 2.0B / 5A
ITR 2.0B / 5A MT

está en conformidad con las Directivas Europeas:

2014/30/UE: Compatibilidad Electromagnética
2014/35/UE: Baja Tensión
2011/65/UE: Rohs

de acuerdo a las normas:

61000-6-2:2019
61000-6-4:2019
61010-1:2011/A1:2020

siempre que sea instalado, mantenido y usado siguiendo las instrucciones indicadas en sus guías de uso e instalación así como las normas de instalación aplicables.

Año de marcado CE:

2022

En Valladolid, a 1 de septiembre de 2022



José Antonio Domínguez Vázquez
Director del LACECAL

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

**ANEXO VI: ESTUDIO BÁSICO DE
SEGURIDAD Y SALUD**

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

1.	OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	3
2.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	3
3.	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	4
4.	RECURSOS CONSIDERADOS.	4
5.	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGOS.....	6
6.	PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	8
7.	NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.	11
7.1.	CONSIDERACIONES GENERALES APLICABLES DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	11
7.2.	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.....	12
7.3.	DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES RELATIVAS A LOS LUGARES DE TRABAJO EN LAS OBRAS.....	13
7.4.	DISPOSICIONES MÍNIMAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LAS OBRAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES.	22
7.	NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICOS.....	29
8.-	MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.	54

1. 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.

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.

2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

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

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.000 euros.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.

- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Puesto que en las instalaciones objeto del presente proyecto no se dá ninguna de esas condiciones, es suficiente con realizar un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.

El objeto de las obras contempladas en el presente estudio básico de Seguridad y Salud es una planta solar fotovoltaica de producción de energía para autoconsumo de una fábrica.

3.1. Presupuesto de contrato estimado.

Se trata de una obra cuyo presupuesto estimado, asciende a la cantidad de (0.000.Euros.).

3.2. Duración estimada y nº de trabajadores.

Se calcula factible su realización en un plazo de 28 días, con una media de 2 operarios durante la ejecución de la misma.

3.3. Volumen de la obra estimado.

En función del número de operarios se estima la duración de los trabajo en 50 jornadas.

4. RECURSOS CONSIDERADOS.

4.1. Materiales.

Cables, mangueras eléctricas, tubos de conducción (corrugados, rígidos, blindados, etc.), cajetines, regletas, anclajes, presacables, aparamenta, cuadros, bandejas, soportes, grapas, abrazaderas, tornillería, siliconas, accesorios, etc.

4.2. Energía y Fluidos.

- Electricidad.
- Combustibles líquidos (gasoil, gasolina).
- Esfuerzo humano.

4.3. Mano de obra.

- Responsable técnico.
- Mando Intermedio.
- Oficiales electricistas.
- Peones especialistas.

4.4. Herramientas.

- Eléctricas portátiles
- Esmeriladora radial para metales, Taladradora, Martillo picador eléctrico.
- Soldador sellador.
- Herramientas combustibles.
- Pistola clavadora.
- Herramientas de mano.
- Sierra de arco para metales. Palancas. Caja completa de herramientas de Electricista.
- Herramientas de tracción.
- Ternaes, trócolas y poleas. Sierra de metales.

- Maquinaria.
- Motores eléctricos.
- Medios auxiliares.
- Caballetes. Señales de seguridad, vallas y balizas de advertencia e indicación de riesgos.
- Sistemas de transporte y/o manutención.

5. 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:

- 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.

- 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.

6. 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 profesional detectados. (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales).

EVALUACIÓN DE RIESGOS			
Actividad: Montaje Instalación solar Fotovoltaica			
Centro de trabajo: Santa Cruz de Tenerife		Evaluación nº: 1	
Sección: Instalaciones fotovoltaicas			
Puesto de Trabajo: Electricista y montadores de módulos fotovoltaic		Fecha:	
Evaluación:		Periódica	Hoja nº: 1
	x	Inicial	

Riesgos	Probabilidad				Severidad			Evaluación
	A	M	B	N/P	A	M	B	
01.- Caídas de personas a distinto nivel		X			X			Alta
02.- Caídas de personas al mismo nivel		X				X		Moderado
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento			X		X			Media
04.- Caídas de objetos en manipulación			X			X		Bajo
05.- Caídas de objetos desprendidos		X			X			Alta
06.- Pisadas sobre objetos		X				X		Moderado
07.- Choque contra objetos inmóviles			X				X	Muy bajo
08.- Choque contra objetos móviles			X				X	Muy bajo
09.- Golpes por objetos y herramientas		X			X			Alta
10.- Proyección de fragmentos o partículas			X			X		Moderado
11.- Atrapamiento por o entre objetos			X			X		Moderado

12.- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.				X				No procede
13.- Sobreesfuerzos		X			X			Alto
14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas			X				X	Muy bajo
15.- Contactos térmicos			X				X	Muy bajo
16.- Exposición a contactos eléctricos	X				X			Muy alto
17.- Exposición a sustancias nocivas			X				X	Muy bajo
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas			X		X			Moderado
19.- Exposición a radiaciones			X				X	Muy bajo
20.- Explosiones				X				No procede
21.- Incendios			X				X	Muy bajo
22.- Accidentes causados por seres vivos				X				No procede
23.- Atropello o golpes con vehículos			X				X	Muy bajo
24.- E.P. producida por agentes químicos			X				X	Muy bajo
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X				No procede
26.- E.P. producida por agentes físicos			X			X		Bajo
27.- Enfermedad sistemática				X				No procede
28.- Otros				X				No procede

Nº de trabajadores Especialmente Sensibles	Maternidad			FIRMA
	Menor de edad			
	Sensibilidad Especial			

Si No

GESTION DE RIESGO - PLANIFICACIÓN PREVENTIVA			
Actividad: Montaje de Instalación solar fotovoltaica en cubierta plana			
Centro de trabajo: Santa Cruz de Tenerife	Evaluación nº: Fecha:		
Sección: Instalaciones fotovoltaicas			
Puesto de Trabajo: Electricista y montadores de módulos fotovoltaicos	Hoja nº 1		

Riesgos	Medidas de control	Formación e información	Normas de Trabajo	Riesgo Controlado	
01.- Caídas de personas a distinto nivel	Protecciones colectivas y EPI	X	X		X
02.- Caídas de personas al mismo nivel	Orden y limpieza y EPI	X	X		X
03.- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento	Protecciones colectivas	X	X		X
04.- Caídas de objetos en manipulación	EPI	X	X		X
05.- Caídas de objetos desprendidos	Protecciones colectivas	X	X		X
06.- Pisadas sobre objetos	Orden y limpieza y EPI	X	X		X
07.- Choque contra objetos inmóviles		X	X		X
08.- Choque contra objetos móviles	Protecciones colectivas y EPI	X	X		X
09.- Golpes por objetos y herramientas	EPI	X	X		X
10.- Proyección de fragmentos o partículas	Gafas protectoras (EPI)	X	X		X
11.- Atrapamiento por o entre objetos	Protecciones colectivas y EPI	X	X		X
12.- Atrapamiento por vuelco				X	
13.- Sobreesfuerzos	EPI	X	X		X

14.- Exposición a temperaturas ambientales extremas				X	
15.- Contactos térmicos	Guantes (EPI)	X	X		X
16.- Exposición a contactos eléctricos	Cumplimiento REBT y normas de seguridad	X	X		X
17.- Exposición a sustancias nocivas	EPI	X	X		X
18.- Contactos sustancias cáusticas y/o corrosivas	EPI	X	X		X
19.- Exposición a radiaciones	EPI	X	X		X
20.- Explosiones				X	
21.- Incendios		X	X		X
22.- Accidentes causados por seres vivos				X	
23.- Atropello o golpes con vehículos	Normas de seguridad	X	X		X
24.- E.P. producida por agentes químicos	EPI	X	X		X
25.- E.P. infecciosa o parasitaria				X	
26.- E.P. producida por agentes físicos	EPI				X
27.- Enfermedad sistemática				X	
28.- Otros				X	
				Si	No

7. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD Y SALUD. DISPOSICIONES MÍNIMAS.

En este apartado se podrá incluir aquellas disposiciones mínimas incluidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997 y que afecten al conjunto de la obra, aunque no sean las específicas de la instalación y/o obra incluidas en el Estudio Básico.

7.1. 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.

7.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD A APLICAR EN LAS OBRAS.

- El responsable de Trabajos debe comprobar, bajo su responsabilidad, si se cumplen las Prescripciones de Seguridad, cerciorándose de que las condiciones de

trabajo sean seguras, de que se emplean las protecciones necesarias y el equipo de seguridad apropiado, y de que las herramientas, materiales y equipos, tanto de trabajo como de seguridad y primeros auxilios, están en debidas condiciones.

- El responsable de Trabajos debe asegurarse de que todos los operarios comprenden plenamente la tarea que se les ha asignado.

- Todo operario debe dar cuenta a su superior de las situaciones inseguras que observe en su trabajo, y advertirle del material o herramienta que se encuentre en mal estado.

- Se prohíbe expresamente los mal llamados “actos de valentía”, que entrañan siempre un riesgo evidente.

- Se prohíbe consumir bebidas alcohólicas en el trabajo.

- No se permiten bromas, juegos, etc..., que puedan distraer a los operarios en su trabajo.

7.3. 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.

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.

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).

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de éste.

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.

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 centro 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 indebles 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.

DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS.

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación.

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.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

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.

En caso de que se utilice una 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.

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.

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.

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.

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.

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.

Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visibles.

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.

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.

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.

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.

LOCALES DE DESCANSO O DE ALOJAMIENTO.

En este caso no es de aplicación.

MUJERES EMBARAZADAS Y MADRES LACTANTES.

En este caso no es de aplicación.

TRABAJOS DE MINUSVALIDOS.

En este caso no es de aplicación.

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.

7.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ESPECÍFICAS RELATIVAS A LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LAS OBRAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES.

La presente parte será de aplicación siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

ESTABILIDAD Y SOLIDEZ.

a.- Los puestos de trabajo y las plataformas de trabajo, móviles o fijos, situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:

- El número de trabajadores que los ocupe.

- Las cargas máximas, fijas o móviles, que puedan tener que soportar, así como su distribución.
- Los factores externos que pudieran afectarles.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.

b.- Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

CAÍDAS DE OBJETOS.

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.

- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.

- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

CAÍDAS DE ALTURA.

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caídas de altura superior a 2 m de altura, se protegerán mediante barandillas, redes u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente,

en todos sus bordes o huecos, ni siquiera en el primer forjado cuando se vayan a montar horcas y redes cada 2 alturas.

- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.

- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

FACTORES ATMOSFÉRICOS

- Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

ANDAMIOS Y ESCALERAS

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

- Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:

1º Antes de su puesta en servicio.

2º A intervalos regulares en lo sucesivo.

3º Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.

- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

APARATOS ELEVADORES

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores, y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:

1º Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.

2º Instalarse y utilizarse correctamente.

3º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

4º Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.

- En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.

- Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

VEHÍCULOS Y MAQUINARIA PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES.

- Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:

1º Estar bien proyectadas y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse correctamente.

- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

- Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales.

- Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

INSTALACIONES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

- Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

1º Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

2º Mantenerse en buen estado de funcionamiento.

3º Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.

4º Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

- Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

ESTRUCTURAS METÁLICAS O DE HORMIGÓN, ENCOFRADOS Y PIEZAS PREFABRICADA PESADAS.

- Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.

- Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

- Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

OTROS TRABAJOS ESPECÍFICOS.

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura inclinación o posible carácter o estando resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.

- Los trabajos con explosivos así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.

- Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provistas de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales.

La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo, las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

7. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD ESPECÍFICOS.

Normas de Seguridad correspondientes a los trabajos específicos a realizar (Montaje de Instalación Eléctrica, módulos fotovoltaicos).

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.

Riesgos más frecuentes durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación.

a) Electrocutión o quemaduras por mala protección de cuadros eléctricos.

b) Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.

c) Electrocutión o quemaduras por uso de herramienta sin aislamiento.

d) Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección.

e) Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.

f) Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

g) Otros.

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 cadenilla 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 la 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.

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.

Protección de personas en instalaciones eléctricas.

La instalación eléctrica se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias y estará avalada por instalador autorizado y acreditado.

El grado de protección de los cuadros eléctricos debe ser 477, lo que significa que estará protegido, por una parte contra la penetración de polvo y por otra parte contra las proyecciones de agua en cualquier dirección. Este grado garantiza igualmente protección contra contactos directos.

La existencia de partes bajo tensión debe indicarse sobre la cubierta de la instalación o equipo, ya sea mediante señal de peligro o señal de prohibición.

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conexionado a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexionados con uniones antihumedad y antichoque. Dispondrán de fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos debidamente calibrados según la carga máxima a soportar.

Todos los armarios principales contarán con interruptores diferenciales de alta sensibilidad de forma que queden protegidos todos los circuitos y en perfecto estado de funcionamiento. Para que esta protección se considere suficiente, es imprescindible que todas las carcasas metálicas de equipos (hormigoneras, sierras circulares, grúas, etc.) tengan puesta a tierra.

Las dimensiones mínimas de las picas de tierra, si son barras de cobre o acero recubierto de cobre deben ser 14 mm de diámetro y 2 m de longitud. En general, es

recomendable instalar una toma de tierra en el fondo de la excavación de la obra en construcción tan pronto como sea posible. Esta toma de tierra, que además será válida para la instalación definitiva, será utilizada durante la ejecución de la obra. Se deberán siempre garantizar la continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de resistencia de 20 ohmios.

Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas.

Si hay necesidad de tender una línea por una zona de paso de vehículos ésta debe protegerse de la agresión mecánica, bien enterrándola, bien construyendo una protección que impida que la línea sea dañada, por ejemplo mediante tablonos, o bien haciéndola aérea.

Distancia de seguridad a líneas de Alta Tensión: $3,3 + \text{tensión (KV)} / 100$ (m).

Tajos en condiciones de humedad muy elevada: Es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad a 24 V o protección mediante transformador separador de circuitos.

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.

Herramientas Eléctrica 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".

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 construías 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.

Medios de protección colectiva

Línea de vida en cubierta. Planificación de sistemas anticaídas

Los sistemas anticaídas se deben planificar mediante dispositivos de anclaje conformes a la norma UNE-EN-795, cuya ubicación y tipo se deben plantear de manera que se pueda realizar el trabajo con el correspondiente EPI anticaídas con seguridad.

El tipo de anclaje de la línea o líneas de vida de la cubierta se debe prever en función del sistema de cubierta sobre el que se vaya a instalar, es decir, que dependerá del soporte de cubierta o del elemento de cobertura sobre el que se instalará, ya que existen diferentes sistemas que se adaptan a cada uno de ellos.

De acuerdo a la (Norma Técnica de Prevención) NTP 809, es posible plantear un sistema combinado entre dispositivos de anclaje Clase A1 y Clase C, para reducir al mínimo posible los riesgos de caída, asegurando a los operarios en los trabajos en altura con libertad de movimientos durante trabajos de mantenimiento, limpieza, reparación, etc., en la cubierta del edificio.

La disposición de la línea de vida, dispositivo Clase C según la Norma UNE-EN 795:1997, compuesta básicamente por cable de acero inoxidable, carro provisto de un punto de anclaje en el caso de paso automático (si no es paso automático, no hay carro), anclajes extremos con los elementos necesarios (tensores, absorbedor, etc), y anclajes intermedios para disminuir la tensión y flecha que experimenta la línea en una caída.

Según la NTP 809, la línea de vida:

- No puede superar un ángulo de 15° respecto a la horizontal.
- Todas las piezas y componentes deben resistir el doble del esfuerzo previsto (factor de seguridad 2).
- Debe respetarse la altura mínima requerida libre de obstáculos.

El diseño de la línea de vida debe permitir desplazarse por toda la zona de trabajo, de forma que el operario recorra toda la línea estando conectado en todo momento.

En aquellos casos en los que se haga necesario cubrir el riesgo de caída en los bordes laterales de cubierta, conforme a la NTP 843, al no disponer ésta de protecciones colectivas en bordes laterales (petos, barandillas o similares de más de 1 m de altura) y evitar el efecto péndulo si se produjera una caída en el lateral perpendicular a la línea de vida, se debería realizar un diseño con líneas paralelas a los bordes en los que se puede producir la caída.

Con respecto a la instalación en cuestión, se precisa hacer uso de líneas de vida a lo largo del perímetro de las cubiertas inclinadas. En este caso, se emplearán 2 líneas de vida, una de 26 metros, con referencia LBH-4563.1 L. y otra de 5 metros con referencia LBH-4563.2 L. Para mayor detalle, consultar los planos al respecto del presente proyecto.

Cada línea de vida incluye:

- Cable de 8 mm de diámetro en acero inoxidable 316 con casquillo prensado en 1 extremo.
- 1 unidad de GMT-04 tensor/regulador, AISI 316.
- 1 unidad de ABS-11, absorbedor de energía por fricción.
- Puntos extremos e intermedios PRO SCU-02 y SCU-02, respectivamente
- Placa de señalización
- Tornillería necesaria para la instalación

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 anti impacto 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.

Cinturón de seguridad.

- Faja elástica de sujeción 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.

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.

- 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.

Normas de carácter específico.

Manejo de herramientas manuales.

Causas de los riesgos:

- Negligencia del operario.
- Herramientas con mangos sueltos o rajados.
- Destornilladores improvisados fabricados "in 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.
- Destornilladores 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 los bolsillos, 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 antiimpactos.

Manejo de herramientas punzantes.

Causa de los riesgos:

- Cabezas de cinceles 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 las manos.
- 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 antiimpactos 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).

Manejo de herramientas de percusión.

Causa 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.

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.

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: $m/s = (r.p.m. \times 3,14 \times \varnothing) / 60$ siendo \varnothing = diámetro del disco en metros.
- Para fijar los discos utilizar 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.

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.

Manipulación de cargas con la grúa.

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.
- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.
- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.

- De utilizar cadenas, éstas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.
- Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán elevadores de vigas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- Prohibir la permanencia de personas en la vertical de las cargas. El gruísta antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección Técnica de la obra.
- Evitar en todo momento pasar las cargas por encima de las personas. No se realizarán tiros sesgados. Nunca se elevarán cargas que puedan estar adheridas.
- No deben ser accionados manualmente los contactores e inversores del armario eléctrico de la grúa. En caso de avería deberá ser subsanado por personal especializado.
- El personal operario que deba recoger el material de las plantas, debe utilizar cinturón de seguridad anclado a elemento fijo de la edificación.
- No se dejará caer el gancho de la grúa al suelo.
- No se permitirá arrastrar o arrancar con la grúa objetos fijos en el suelo o de dudosa fijación. Igualmente no se permitirá la tracción en oblicuo de las cargas a elevar.

- Nunca se dará más de una vuelta a la orientación en el mismo sentido para evitar el retorcimiento del cable de elevación.
- No se dejarán los aparatos de izar con las cargas suspendidas.
- Cuando existan zonas del centro de trabajo que no queden dentro del campo de visión del gruista, será asistido por uno o varios trabajadores que darán las señales adecuadas para la correcta carga, desplazamiento y parada.
- El ascenso a la parte superior de la grúa se hará utilizando el dispositivo paracaídas instalado al montar la grúa.
- Si es preciso realizar desplazamientos por la pluma de la grúa, ésta deberá disponer de cable de vista para anclaje de cinturón.
- Al terminar el trabajo se dejará desconectada la grúa y se pondrá la pluma en veleta. Si la grúa es sobre raíles se sujetará mediante las correspondientes mordazas.

Pistola fija clavos

- 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.

8.- MEDIOS AUXILIARES Y OTRAS NORMAS DE SEGURIDAD DE APLICACIÓN SEGÚN OBRA.

- Escaleras de mano.
- Andamios de borriqueta.
- Iluminación.
- Protección de personas en instalación eléctrica.
- Señalización.

- Cinta de señalización.
- Cinta de delimitación. Zona de trabajo.
- Camión grúa.

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 construidas 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. A menos de que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido su uso para alturas superiores a siete metros.

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.

Siguientes precauciones:

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.

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 tablones 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 lías 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 sujeción, para el que obligatoriamente se habrán previsto puntos fijos de enganche, preferentemente sirgas de cable acero tensas.

Señalización

En el REAL DECRETO 485/1997 de 14 de abril de 1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la señalización de seguridad en el trabajo.

Señales de seguridad de mayor uso en obras:

- Prohibido pasar a los peatones. Por donde no queremos que circule la gente ó instalaciones que necesiten autorización de paso.
- Protección obligatoria de la cabeza. Donde exista posibilidad de caída de objetos y/o golpes contra instalaciones fijas a la altura de la cabeza. De uso obligatorio en toda la obra.
- Protección obligatoria de los pies. En trabajos con posibilidad de caída de objetos pesados o pinchazos. En trabajos eléctricos serán aislantes.
- Protección obligatoria de las manos. En trabajos con riesgo de cortes, abrasión, temperatura excesiva o productos químicos.
- Riesgo eléctrico. En los accesos a instalaciones eléctricas y sobre cuadros de maniobra y mando, así como en las zonas de las máquinas donde exista riesgo eléctrico.
- Cinta de delimitación de zona de paso. La introducción en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poder eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.
- En caso de señalar obstáculos, zona de caída de objetos, se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color negro y amarillo, inclinadas 60º con respecto a la horizontal.

Camión grúa

Riesgos detectables más comunes

- Vuelco del camión.
- Atrapamiento.
- Caídas al subir (o bajar) a la zona de mandos.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga a paramentos (verticales u horizontales).
- Otros.

Normas o medidas preventivas tipo.

- Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo-grúa.
- El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida. Si esto no fuera posible, las maniobras serán expresamente dirigidas por un señalista, en previsión de los riesgos por maniobras incorrectas.

- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán inclinaciones del 20% como norma general (salvo características especiales del camión en concreto), en prevención de los riesgos de atoramiento o vuelco.

- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.

- Se prohíbe estacionar, el camión grúa a distancias inferiores a 2 m., del corte del terreno, en previsión de los accidentes por vuelco.

- Se prohíbe realizar tirones sesgados de la carga.

- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa (el remolcado se realizará según características del camión).

- Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.

- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m.

- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

- El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

- Al personal encargado del manejo del camión grúa se le hará entrega de la siguiente normativa de seguridad. Del recibí se dará cuenta a la Dirección facultativa (o Jefatura de obra).

Normas de seguridad para los operadores del camión grúa.

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Pueden volcar y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal.
- No dé marcha atrás sin la ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello. Evitará las caídas.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina aunque el contacto con la energía eléctrica haya cesado, podrá sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie toque el camión grúa, puede estar cargado de electricidad.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un “puente provisional de obra”, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina. Si lo hunde, usted y la máquina se accidentarán.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.

- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.

- No realice nunca arrastres de carga o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.

- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras. Evitará accidentes.

- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.

- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.

- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.

- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.

- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.

- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de cargas de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en ella puede volcar.

- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que la respeten el resto del personal.

- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado. Evitará accidentes.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen, aparejos, balancines, eslingas o estrobos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estrobos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

ANEXO VII: GESTIÓN DE RESIDUOS

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

1.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN (EGRC)	3
1.1.	Obligaciones	6
1.2.	NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.....	11
2.	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS: VALORACIÓN, MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	52

1. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN (EGRC)

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

Por gestión de residuos se entiende la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los mismos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como de los lugares de depósito o vertido después de su cierre. En consecuencia, el Estudio de gestión de residuos se estructura según las etapas y objetivos siguientes:

En primer lugar, se identifican los materiales presentes en la obra y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa de la obra. Esta clasificación se toma con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Para cada tipo específico de residuo generado se hace una estimación de su cantidad.

A continuación, se definen los agentes intervinientes en el proceso, tanto los responsables de obra en materia de gestión de residuos como los gestores externos a la misma que intervendrán en las operaciones de reutilización secundaria.

Finalmente se definen las operaciones de gestión necesarias para cada tipo de residuo generado, en función de su origen, peligrosidad y posible destino. Estas operaciones comprenden fundamentalmente las siguientes fases: recogida selectiva de residuos generados, reducción de los mismos, operaciones de segregación y separación en la misma obra, almacenamiento, entrega y transporte a gestor autorizado, posibles tratamientos posteriores de valorización y vertido controlado.

De forma que, en este caso se redacta este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición que establece, en su artículo 4, entre las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición la de incluir en proyecto de ejecución un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.

En base a este Estudio, el poseedor de residuos redactará un plan que será aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad y pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra. Este Estudio de Gestión los Residuos cuenta con el siguiente contenido:

- 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 lista europea de residuos publicada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Relación de medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación de separación establecida en el artículo 5 del citado Real Decreto 105/2008.

- 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.
- 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.
- En su caso, un inventario de los residuos peligrosos que se generarán.
- 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.

Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el art. 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, 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.

3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

Poseedor de residuos (Contratista)

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.

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.

1.1. Obligaciones

Productor de residuos (Promotor)

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 lista europea de residuos publicada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.

2. Las medidas para la prevención de residuos 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, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en artículo 5.5.
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.
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 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.

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 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.

Poseedor de residuos (Contratista)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el contratista -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los art. 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, 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 regirá por lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

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.

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:

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 lista europea de residuos publicada por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, 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, en los términos recogidos en este real decreto, 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.

1.2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

"Cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".

Si es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) 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.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los

efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas; y por el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- **Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.**
- **Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.**
B.O.E.: 27 de marzo de 2010
- **Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.**

Completada por:

Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Modificada por:

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Modificada por:

Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- **Resolución de 14 de junio de 2001**, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.

Modificado por:

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

Modificado por:

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, **sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio**, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, **de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio**.

- **Resolución de 20 de enero de 2009**, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba **el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015**.
- **Decreto 161/2001, de 30 de julio**, por el que se aprueba el **Plan Integral de Residuos de Canarias**.

DATOS INICIALES

- **Situación:** Santa Cruz de Tenerife
- **Proyectista:** Elena Pérez Alonso
- **Contratista:** A designar por el promotor.
- **Fecha de ejecución de obra:** A determinar por el promotor.

1. Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción, que se generarán en la obra, con arreglo a la Lista Europea de Residuos (LER), publicada por:

“Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular”.

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.

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.

La ejecución de una instalación fotovoltaica prácticamente no generará residuos. Los únicos residuos considerados son los cartones y plásticos de embalaje de los paneles fotovoltaicos y los inversores.

Obra Nueva: en ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros estimativos con fines estadísticos de 20 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido con una densidad tipo del orden de 1,5 t /m³ a 0,5 t /m³.

Tabla 1. Datos obra nueva.

S	V	D	T
m^2	m^3	densidad tipo entre 1,5 y 0,5 $\frac{t}{m^3}$	toneladas de residuo ($v \times d$)
superficie construida	volumen residuos (S x 0,2)		
10 m^2	1.5 m^3	1 $\frac{t}{m^3}$	0.5

En este caso, se utilizan los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RC que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCD 2001-2006).

Tabla 2. Evaluación teórica del peso por tipología de RC

Evaluación teórica del peso por tipología de RC	Código LER	% en peso (según PNGRCD 2001- 2006	T	D	V
			toneladas de cada tipo de RC	densidad tipo entre 1,5 y 0,5	m^3 volumen de residuos

		CCAA: Madrid)	(T total x %)	T/m ³	(T / d)
RC: Naturaleza no pétreo					
Asfalto	17 03 02	5	-		
Madera	17 02 01	4	-		
Metales	17 04 (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 11)	2.5	-		
Papel	20 01 01	0.3	0.01		
Plástico	17 02 03	1.5	0.005		
Vidrio	17 02 03	0.5	-		
Yeso	17 08 02	0.2	-		
Total estimación (t)		14	0.015		

RC: Naturaleza pétreo					
Arena, grava y otros áridos	01 04 (08, 09)	4			
Hormigón	17 01 (01, 07)	12	-		
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01 (02, 03, 07)	54	-		
Pétreos	17 09 04	5	-		
Total estimación (t)		75	-		
RC: Potencialmente peligrosos y otros					
Basura	20 02 01	7	-		
	20 03 01				
Potencialmente	07 07 01	4	-		Envases vacíos que almacenaban sustancias peligrosas o que han estado en contacto con sustancias peligrosas.

<p>peligrosos y otros</p>	<p>08 01 11</p> <p>13 02 05</p> <p>13 07 03</p> <p>14 06 03</p> <p>15 01 (10, 11)</p> <p>15 02 02</p> <p>16 01 07</p> <p>16 06 (01, 04, 03)</p> <p>17 01 06</p> <p>17 02 04</p>			<p>Residuos mezclados o contaminados por otros.</p>
---------------------------	---	--	--	---

	17 03 (01, 03)				
	17 04 (09, 10)				
	17 05 (03, 05)				
	17 06 (01, 03, 04, 05)				
	17 08 01				
	17 09 (01, 02, 03, 04)				
	20 01 21				
Total estimación (t)		11	-		

Tabla 3. Medidas para la prevención de residuos

	Separación en origen de los residuos peligrosos contenidos en los RC
	Reducción de envases y embalajes en los materiales de construcción
	Aligeramiento de los envases
	Envases plegables: cajas de cartón, botellas, ...
	Optimización de la carga en los pallets
	Suministro a granel de productos
	Concentración de los productos
	Utilización de materiales con mayor vida útil
	Instalación de caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables
	Otros (indicar)

2. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a la que se destinarán los residuos que se generarán 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 Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

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 períodos 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.

Tabla 4. Operación prevista

OPERACIÓN PREVISTA

REUTILIZACIÓN	
	Reutilización de tierras procedentes de la excavación
	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o urbanización
	Reutilización materiales cerámicos
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio, ...
	Reutilización de materiales metálicos
	Otros (indicar)
VALORIZACIÓN	
	No se prevé operación alguna de valorización en obra
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes

	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas
	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)
ELIMINACIÓN	
	No se prevé operación de eliminación alguna
	Depósito en vertederos de residuos inertes
	Depósito en vertederos de residuos no peligrosos
	Depósito en vertederos de residuos peligrosos
	Otros (indicar)

3. Medidas para la separación de los residuos en obra.

En particular, deberán separarse 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:

Tabla 5. Generación de residuos prevista

	Hormigón	80 t
	Ladrillos, tejas, cerámicos, ...	40 t
	Metal	2 t
	Madera	1 t
	Vidrio	1 t
	Plástico	0,5 t
	Papel y cartón	0,5 t

Tabla 6. Medidas de separación de residuos

MEDIDAS DE SEPARACIÓN	
	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos

	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos peligrosos)
	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta

4. Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción 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.

Tabla 7. Plano de las instalaciones previstas

	<p>Plano o planos donde se especifique la situación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bajantes de escombros. Acopios y / o contenedores de los distintos tipos de RC (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones...) - Zonas o contenedores para lavado de canaletas / cubetos de hormigón - Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos. - Contenedores para residuos urbanos. - Ubicación de planta móvil de reciclaje “in situ”.
--	--

	- Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar
	Otros (indicar)

5. 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 dentro de la obra.

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 170101).

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 el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Tabla 8. Operaciones de gestión de residuos

	<p>El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.</p>
	<p>El depósito temporal para RC valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</p>
	<p>En los contenedores, sacos industriales u otros elementos de contención, deberá figurar los datos del titular del contenedor, a través de adhesivos, placas, etc... Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante.</p>

	<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.</p>
	<p>En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RC.</p>
	<p>Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje / gestores adecuados.</p> <p>La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RC, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos / Madera, ...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente. Se deberá contratar sólo</p>

	<p>transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RC deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RC (tierras, pétreos, ...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.</p>
	<p>La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (R.D. 952/1997 y Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridades municipales.</p>
	<p>Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.</p>
	<p>Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombros”.</p>

	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
	Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE DEMOLICIÓN (EGRD)

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

- 1) Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de demolición, que se generarán en la obra, con arreglo a la Lista Europea de Residuos (LER), publicada por:

Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Tabla 9. Tipos de residuos

Tipos de Residuos Demolición RD	Código LER
---------------------------------	------------

RD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto	17 03 02	-
2. Madera	17 02 01	-
3. Metales (incluidas sus aleaciones)	17 04 (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 11)	-
4. Papel y cartón	20 01 01	-
5. Plástico	17 02 03	-
6. Vidrio	17 02 02	-
7. Yeso	17 08 02	-
RD: Naturaleza pétreo		
1. Arena, grava y otros áridos	01 04 (08, 09)	
2. Hormigón	17 01 (01, 07)	-
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	17 01 (02, 03, 07)	-

4. Pétreos	17 09 04	-
RD: Potencialmente peligrosos y otros		
1. Basura	20 02 01	-
	20 03 01	
2. Potencialmente peligrosos y otros	13 02 05	-
	13 07 03	
	15 01 10	
	15 02 (02, 03)	
	16 01 07	
	16 06 (01, 03, 04)	
	17 01 06	
	17 02 04	
	17 03 (09, 10)	
	17 04 (09, 10)	
17 05 (03, 05, 07)		

	17 06 (01, 03, 04, 05)	
	17 08 01	
	17 09 (01, 02, 03, 04)	
	20 0121	

Para la evaluación teórica del volumen aparente ($\text{m}^3 \text{ RD} / \text{m}^2 \text{ obra}$) de residuo de la demolición (RD) de un derribo, en ausencia de datos más contrastados, pueden manejarse parámetros a partir de estudios de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

Tabla 10. Caso: vivienda y edificio singular

Caso: Vivienda y Edificio Singular					
Evaluación teórica del volumen de RD	P ($\text{m}^3 \text{ RD}$ cada m^2 construido)	s m^2 superficie construida	V m^3 volumen residuos (S x 0,2)	d densidad tipo entre 1,5 y 0,5 t / m^3	T toneladas de residuo (v x d)
Estructura de hormigón					

RD: Naturaleza no pétreo	0,069				
Asfaltos- Bituminosos	0.005		-		
Madera	0.004		-		
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,026		-		
Papel y cartón	0,001		-		
Plástico	0,006		-		
Vidrio	0,003		-		
Otros	0,024		-		
RD: Naturaleza pétreo	0,824				

Arena, grava y otros áridos	0,005		-		
Hormigón	0,5		-		
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,15		-		
Pétreos	0,01		-		
Mezclas	0,159		-		
RD: Potencialment e peligrosos	0,002		-		
Total estimación (m3/m2)	0,895		-		
Estructura de fábrica					

RD: Naturaleza no pétreo	0,068		–		
RD: Naturaleza pétreo	0,656		–		
RD: Potencialment e peligrosos	0,002		–		
Total estimación (m ³ /m ²)	0,726		–		

Tabla 11. Caso: Edificio Industrial

Caso: Edificio Industrial					
Evaluación teórica del volumen de RD	P (m ³ RD cada	s	V	d	T toneladas de residuo

	m ² construido)	m ² superficie construida	m ³ volumen residuos (S x 0,2)	densidad tipo entre 1,5 y 0,5 t /m ³	(v x d)
Estructura de fábrica					
RD: Naturaleza no pétreo	0,003				
RD: Naturaleza pétreo	0,806		–		
RD: Potencialmente peligrosos	0,002		–		
Total estimación (m ³ /m ²)	0,811				
Estructura metálica					

RD: Naturaleza no pétreo	0,285		-		
Asfaltos- Bituminosos	0		-		
Madera	0.004		-		
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,153		-		
Papel y cartón	0,001		-		
Plástico	0,008		-		
Vidrio	0,003		-		
Otros	0,116		-		
RD: Naturaleza pétreo	0,971		-		

Arena, grava y otros áridos	0,4		-		
Hormigón	0,25		-		
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,25		-		
Pétreos	0,01		-		
Mezclas	0,061		-		
RD: Potencialmente peligrosos	0,007		-		
Total estimación (m ³ /m ²)	1,263		-		
Estructura de hormigón					
RD: Naturaleza no pétreo	0,178		-		

Asfaltos- Bituminosos	0,05		-		
Madera	0.002		-		
Metales (incluidas sus aleaciones)	0,058		-		
Papel y cartón	0,001		-		
Plástico	0,004		-		
Vidrio	0,001		-		
Otros	0,062		-		
RD: Naturaleza pétreo	1,015		-		
Arena, grava y otros áridos	0,4		-		

Hormigón	0,45		-		
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,05		-		
Pétreos	0,05		-		
Mezclas	0,065		-		
RD: Potencialmente peligrosos	0,002		-		
Total estimación (m ³ /m ²)	1,195		-		

2) Medidas de prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

Tabla 12. Medidas de prevención de residuos en la obra objeto del proyecto

	Elaborar manual de derribo y normas
	Demoler según normas basadas en el principio de jerarquía (gradual y selectivo)

	Separación en origen de los residuos peligrosos contenidos en los RD
	Inventario de residuos peligrosos
	Aplicación de nueva tecnología que mejore el sistema de prevención (indicar)
	Instalación de caseta de almacenaje de productos sobrantes reutilizables
	Otros (indicar)

- 3) Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a la que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

Tabla 13. Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos.

OPERACIÓN PREVISTA	
REUTILIZACIÓN	
	No se prevé operación de reutilización alguna

	Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o urbanización
	Reutilización materiales cerámicos
	Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio, ...
	Reutilización de materiales metálicos
	Otros (indicar)
VALORIZACIÓN	
	No se prevé operación alguna de valorización en obra
	Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
	Recuperación o regeneración de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes
	Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos
	Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas

	Regeneración de ácidos y bases
	Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
	Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Decisión Comisión 96/350/CE.
	Otros (indicar)
ELIMINACIÓN	
	No se prevé operación de eliminación alguna
	Depósito en vertederos de residuos inertes
	Depósito en vertederos de residuos no peligrosos
	Depósito en vertederos de residuos peligrosos
	Otros (indicar)

4) Medidas para la separación de los residuos en obra.

En particular, deberán separarse 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:

Tabla 14. Generación de residuos prevista

	Hormigón	80 t
	Ladrillos, tejas, cerámicos, ...	40 t
	Metal	2 t
	Madera	1 t
	Vidrio	1 t
	Plástico	0,5 t
	Papel y cartón	0,5 t

Tabla 15. Medidas de separación de residuos

MEDIDAS DE SEPARACIÓN	
	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos peligrosos)

	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta
--	---

- 5) Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de 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.

	Plano o planos donde se especifique la situación de:
--	--

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">- Bajantes de escombros. Acopios y / o contenedores de los distintos tipos de RC (tierras, pétreos, maderas, plásticos, metales, vidrios, cartones...)- Zonas o contenedores para lavado de canaletas / cubetos de hormigón- Almacenamiento de residuos y productos tóxicos potencialmente peligrosos.- Contenedores para residuos urbanos.- Ubicación de planta móvil de reciclaje “in situ”.- Ubicación de materiales reciclados como áridos, materiales cerámicos o tierras a reutilizar |
|--|--|

	Otros (indicar)
--	-----------------

Tabla 40. Plano de las instalaciones previstas

- 6) 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 demolición dentro de la obra.

Tabla 16. Operaciones de gestión de los residuos de demolición dentro de la obra

	<p>El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.</p>
	<p>El depósito temporal para RC valorizables (maderas, plásticos, chatarra,...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.</p>
	<p>En los contenedores, sacos industriales u otros elementos de contención, deberá figurar los datos del titular del contenedor, a través de adhesivos, placas, etc... Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante.</p>
	<p>El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos</p>

	<p>ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.</p>
	<p>En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RC.</p>
	<p>Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.</p> <p>En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje / gestores adecuados.</p> <p>La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.</p>
	<p>Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RC, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos / Madera, ...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente. Se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto</p>

	<p>control documental, de modo que los transportistas y gestores de RC deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RC (tierras, pétreos, ...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.</p>
	<p>La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (R.D. 952/1997 y Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridades municipales.</p>
	<p>Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.</p>
	<p>Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombro”.</p>

	Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
	Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.
	Otros (indicar)

- 7) Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

SE ADJUNTA VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS

2. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS: VALORACIÓN, MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente

- **Proyecto:** DISEÑO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS
- **Situación:** Santa Cruz de Tenerife
- **Proyectista:** Elena Pérez Alonso
- **Localidad:** SANTA CRZ DE TENERIFE

Presupuesto parcial nº 5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	M³	Transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 20 km.			
		Total m³	5,00	12,56	62,80
5.2	T	Coste de entrega de residuos de plástico (tasa vertido), con código 170203 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011.			
		Total t	0,20	772,50	154,50
5.3	T	Coste de entrega de residuos de papel y cartón (tasa vertido), con código 200101 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011.			
		Total t	0,20	566,50	113,30
Total presupuesto parcial nº 5 GESTIÓN DE RESIDUOS :					330,60

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

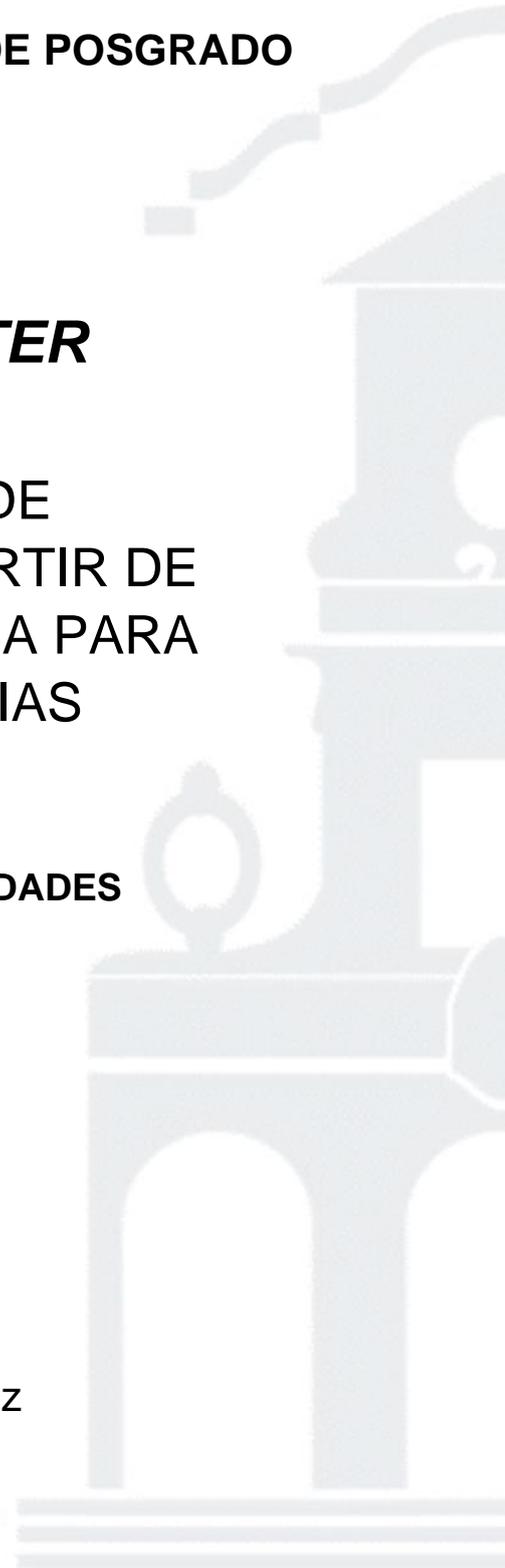
ANEXO VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

- 1. DIAGRAMA DE TIEMPOS-ACTIVIDADES**
- 2. PLAN DE PAGOS**
- 3. CRONOGRAMA DE MANO DE OBRA**
- 4. CRONOGRAMA DE MAQUINARIA.**

Instalación de Fotovoltaica

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 4/09/2023 - 30/09/2023)

Actividad	Comienzo	Terminación	4 Sep '23							11 Sep '23							18 Sep '23							25 Sep '23						
			L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
Instalación de Fotovoltaica	04/09/23	30/09/23	[Barra negra]																											
1. EQUIPOS Y MATERIALES SISTE...	04/09/23	29/09/23	[Barra negra]																											
1.1. EQUIPOS	04/09/23	29/09/23	[Barra negra]																											
1.1.1. Módulo solar fotovoltaico.	04/09/23	16/09/23	[Barra azul]																											
1.1.2. Inversor fotovoltaico.	14/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
1.2. MATERIALES	04/09/23	16/09/23	[Barra negra]																											
1.2.1. Soporte para módulo solar foto...	04/09/23	16/09/23	[Barra azul]																											
2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS	11/09/23	29/09/23	[Barra negra]																											
2.1. CORRIENTE CONTINUA	11/09/23	16/09/23	[Barra negra]																											
2.1.1. Línea distribución eléctrica ext...	11/09/23	16/09/23	[Barra azul]																											
2.1.2. Bandeja termoplástica U23X R...	11/09/23	16/09/23	[Barra azul]																											
2.1.3. Bandeja termoplástica U23X R...	11/09/23	14/09/23	[Barra azul]																											
2.1.4. Cuadro protección corriente co...	14/09/23	15/09/23	[Barra azul]																											
2.1.5. Cuadro protección corriente co...	15/09/23	16/09/23	[Barra azul]																											
2.2. CORRIENTE ALTERNA	15/09/23	29/09/23	[Barra negra]																											
2.2.1. Línea distribución eléctrica int. ...	15/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
2.2.2. Bandeja termoplástica U23X R...	15/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
2.2.3. Cuadro BT corriente alterna.	25/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
3. SISTEMA DE GESTIÓN Y MONIT...	18/09/23	20/09/23	[Barra negra]																											
3.1. Equipo Antivertido Lacedal IRR 2.0	18/09/23	20/09/23	[Barra azul]																											
4. SEGURIDAD Y SALUD	04/09/23	29/09/23	[Barra negra]																											
4.1. Casco seguridad SH 4, Würth	04/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
4.2. Guantes Tigerflex anticorte, Würth	04/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
4.3. Cinturón antilumbago, con velcro	04/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
4.4. Botiquín metálico tipo maletín, c...	04/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
4.5. Zapatos Hercules S3, Würth	04/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
5. GESTIÓN DE RESIDUOS	27/09/23	30/09/23	[Barra negra]																											
5.1. Transporte residuos a instalac. a...	27/09/23	28/09/23	[Barra azul]																											
5.2. Coste entrega residuos de plásti...	28/09/23	29/09/23	[Barra azul]																											
5.3. Coste entrega residuos de papel...	29/09/23	30/09/23	[Barra roja]																											

Instalación de Fotovoltaica

Diagrama de tiempos-actividades (Completo 4/09/2023 - 30/09/2023)

Actividad	Comienzo	Terminación	4 Sep '23							11 Sep '23							18 Sep '23							25 Sep '23						
			L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D

Plan de pagos

	Pago semanal	91.168,77 €	156.612,96 €	14.671,89 €	28.116,93 €
	Pagos acumulados	91.168,77 €	247.781,73 €	262.453,62 €	290.570,55 €

Cronograma de mano de obra

	4 Sep '23							11 Sep '23							18 Sep '23							25 Sep '23						
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
M01A0030 h Peón																												
M01B0070 h Oficial electricista																												
M01B0080 h Ayudante electricista																												
mo003 h Oficial 1ª electricista.																												
mo009 h Oficial 1ª instalador de captadores solares.																												
mo102 h Ayudante electricista.																												
mo108 h Ayudante instalador de captadores solares.																												

Cronograma de maquinaria

	4 Sep '23							11 Sep '23							18 Sep '23							25 Sep '23						
	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
mq04cag010a h Camión con grúa de hasta 6 t.																												
QAB0030 h Camión basculante 15 t																												
QAC0140 h Plataforma elev. tijera 12 m, diesel																												
QAC0180 ud Transporte plataforma elevadora																												

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

PLANOS

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

Plano 01: Situación y emplazamiento

Plano 02: Planta cubierta. Distribución.

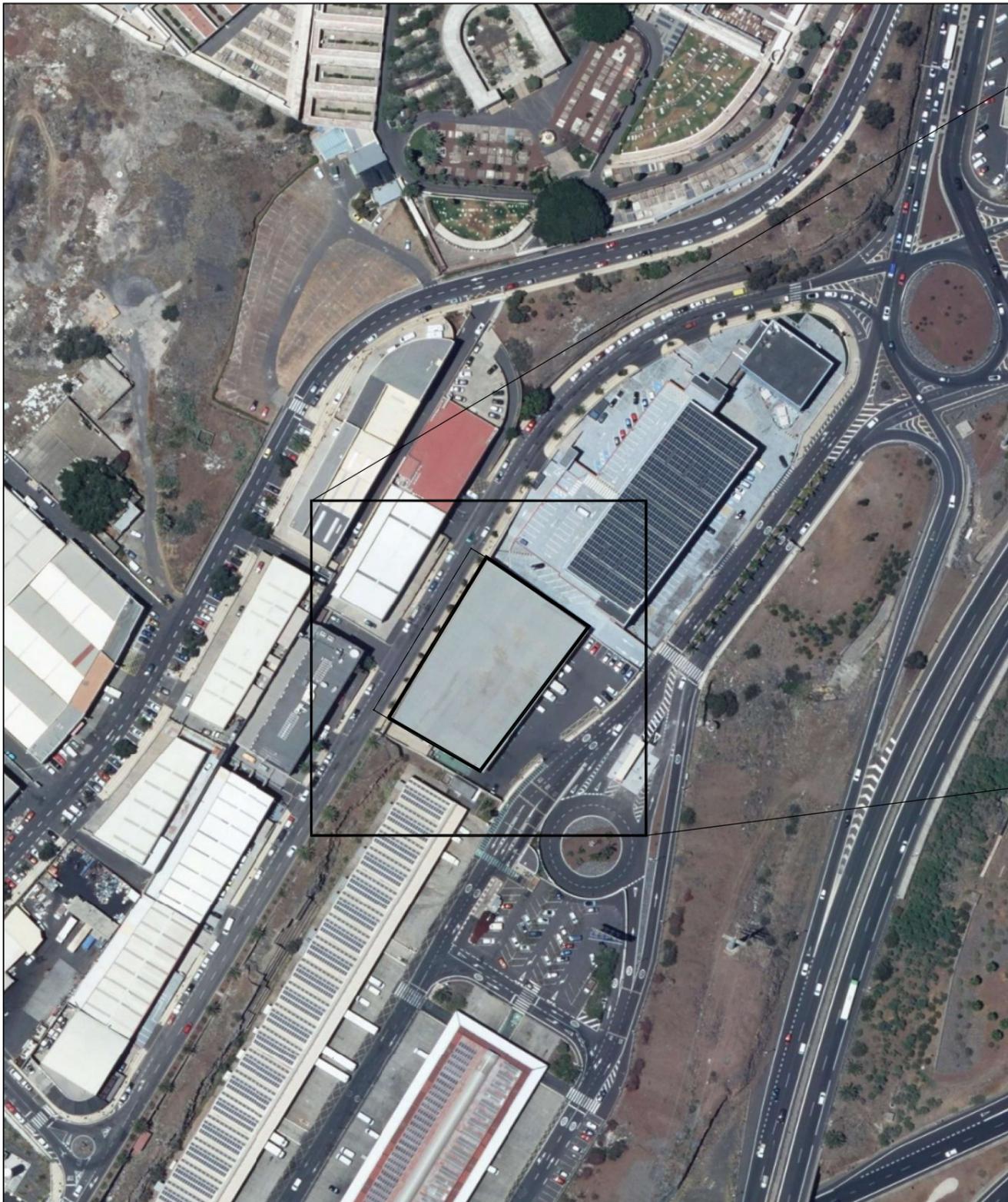
Plano 03: Cuarto de electricidad planta baja.

Plano 04: Cuadro de electricidad planta baja. Sección B-B'

Plano 05: Planta cubierta. Contrapesos paneles.

Plano 06: Esquema eléctrico

Plano 07: Seguridad y Salud. Detalles



EMPLAZAMIENTO

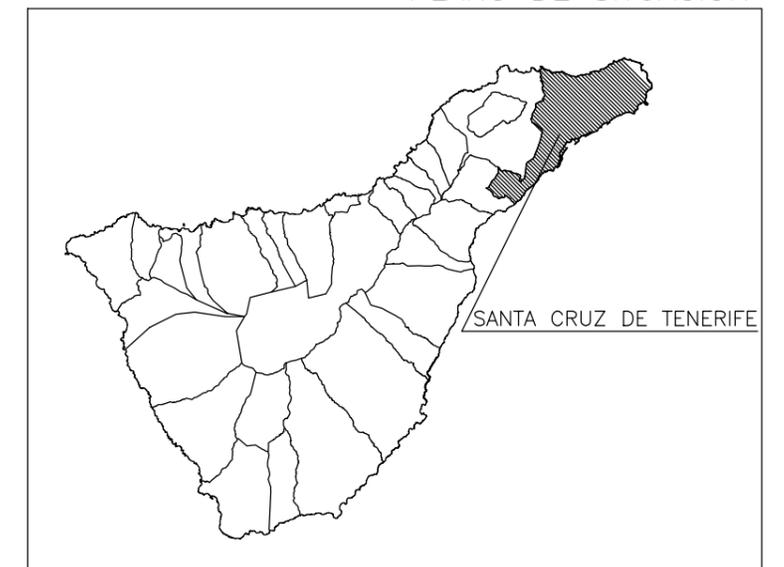
Escala 1:2.000



EMPLAZAMIENTO

Escala 1:1.000

PLANO DE SITUACION



SANTA CRUZ DE TENERIFE

DISEÑO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS

Autor: Elena Pérez Alonso

Id. s. normas:



ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Comprobado: 07/2023

UNE-EN-DIN

Universidad de La Laguna

Máster en Ingeniería Industrial
Universidad de La Laguna

ESCALA:

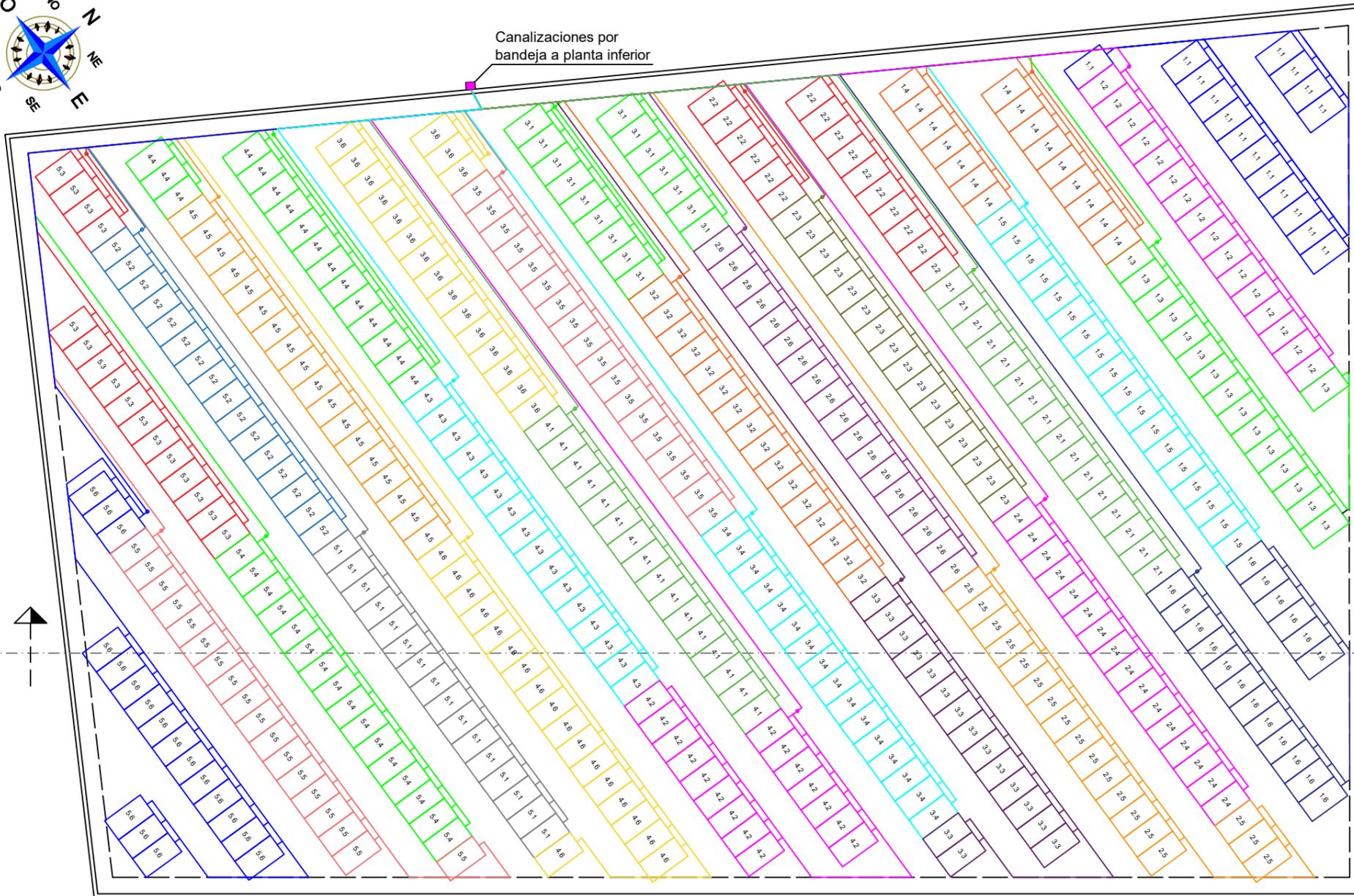
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Nº PLANO:

01



Canalizaciones por bandeja a planta inferior



Disposición inversores:	
Inversor 1 - 50kWn	
Entrada 1: 16 módulos en serie (String 1.1)	
Entrada 2: 16 módulos en serie (String 1.2)	
Entrada 3: 16 módulos en serie (String 1.3)	
Entrada 4: 16 módulos en serie (String 1.4)	
Entrada 5: 18 módulos en serie (String 1.5)	
Entrada 6: 18 módulos en serie (String 1.6)	
Inversor 2 - 50kWn	
Entrada 1: 16 módulos en serie (String 2.1)	
Entrada 2: 16 módulos en serie (String 2.2)	
Entrada 3: 16 módulos en serie (String 2.3)	
Entrada 4: 16 módulos en serie (String 2.4)	
Entrada 5: 18 módulos en serie (String 2.5)	
Entrada 6: 18 módulos en serie (String 2.6)	
Inversor 3 - 50kWn	
Entrada 1: 16 módulos en serie (String 3.1)	
Entrada 2: 16 módulos en serie (String 3.2)	
Entrada 3: 16 módulos en serie (String 3.3)	
Entrada 4: 16 módulos en serie (String 3.4)	
Entrada 5: 18 módulos en serie (String 3.5)	
Entrada 6: 18 módulos en serie (String 3.6)	
Inversor 4 - 50kWn	
Entrada 1: 16 módulos en serie (String 4.1)	
Entrada 2: 16 módulos en serie (String 4.2)	
Entrada 3: 16 módulos en serie (String 4.3)	
Entrada 4: 16 módulos en serie (String 4.4)	
Entrada 5: 18 módulos en serie (String 4.5)	
Entrada 6: 18 módulos en serie (String 4.6)	
Inversor 5 - 50kWn	
Entrada 1: 16 módulos en serie (String 5.1)	
Entrada 2: 16 módulos en serie (String 5.2)	
Entrada 3: 16 módulos en serie (String 5.3)	
Entrada 4: 16 módulos en serie (String 5.4)	
Entrada 5: 18 módulos en serie (String 5.5)	
Entrada 6: 18 módulos en serie (String 5.6)	

DISEÑO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS

Autor: Elena Pérez Alonso

Id. s. normas:



Universidad de La Laguna

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial
Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2023

UNE-EN-DIN

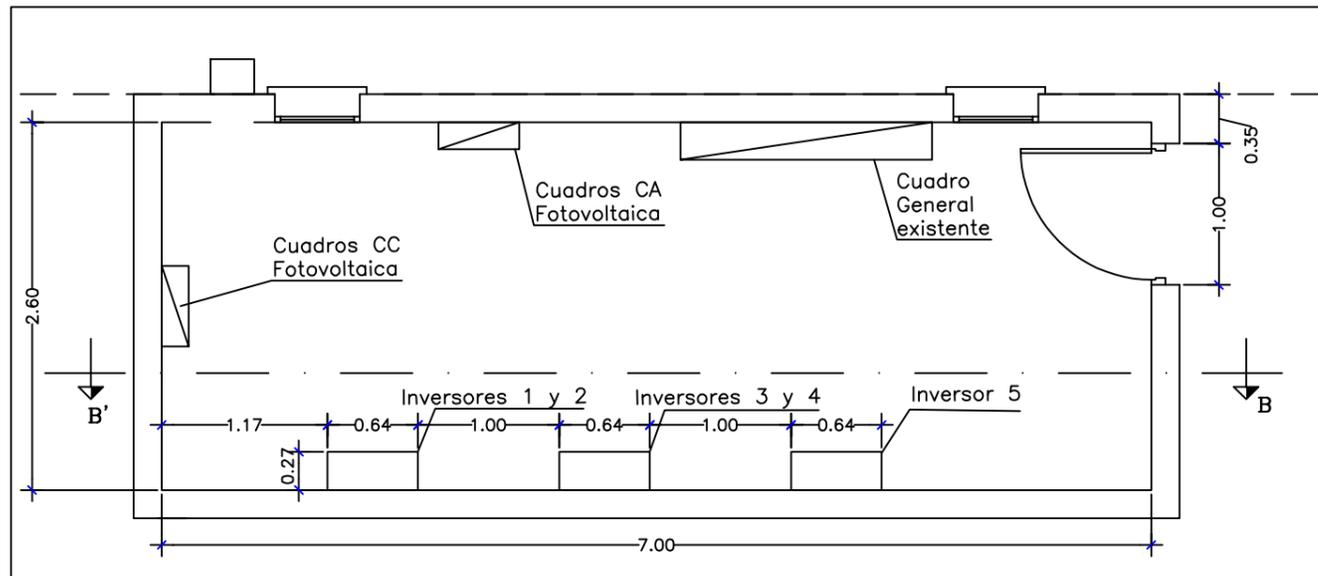
ESCALA:

1:250

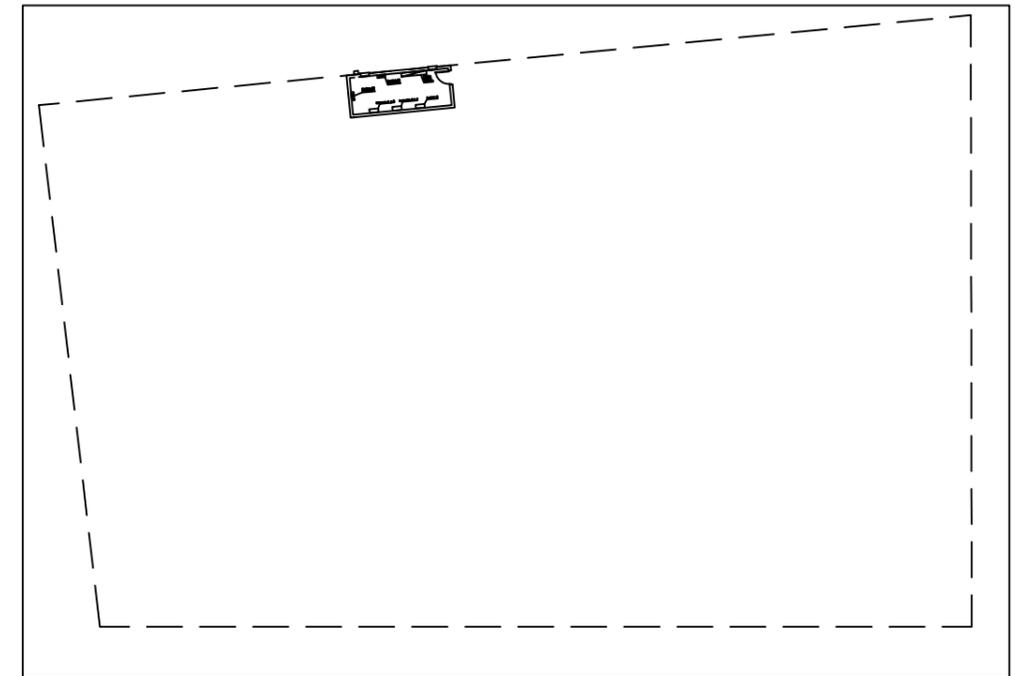
PLANTA CUBIERTA. DISTRIBUCIÓN

Nº PLANO:

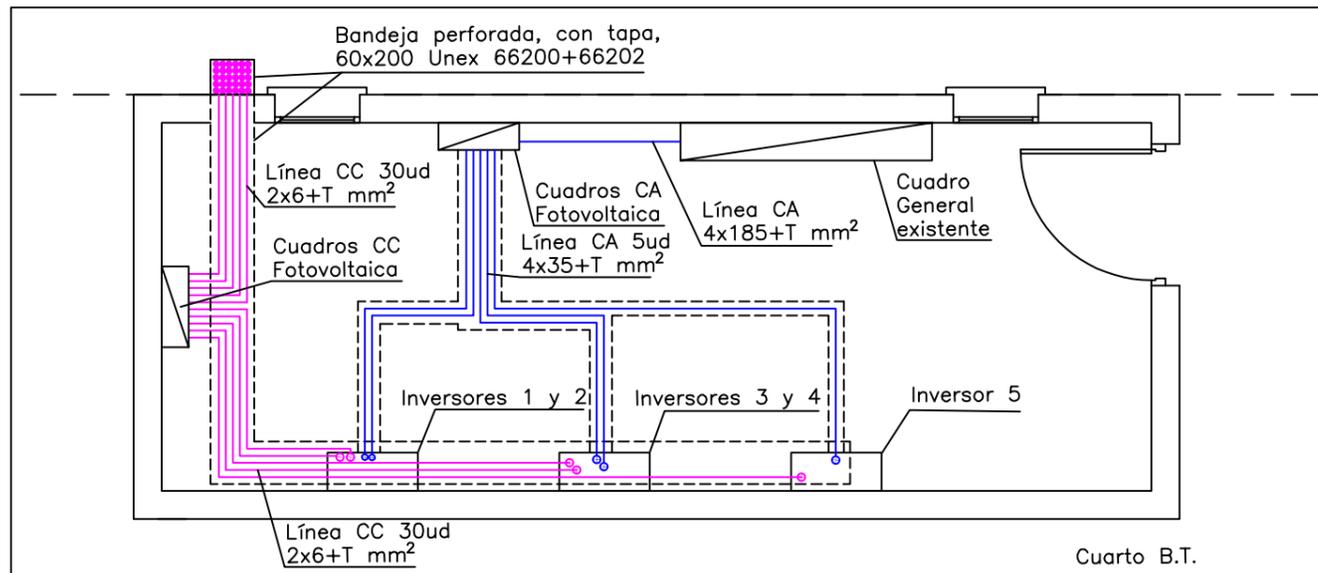
02



Planta baja. Cuarto electricidad. Acotado



Emplazamiento cuarto electricidad en planta baja.



Planta baja. Cuarto electricidad. Canalizaciones.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS

Autor: Elena Pérez Alonso

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



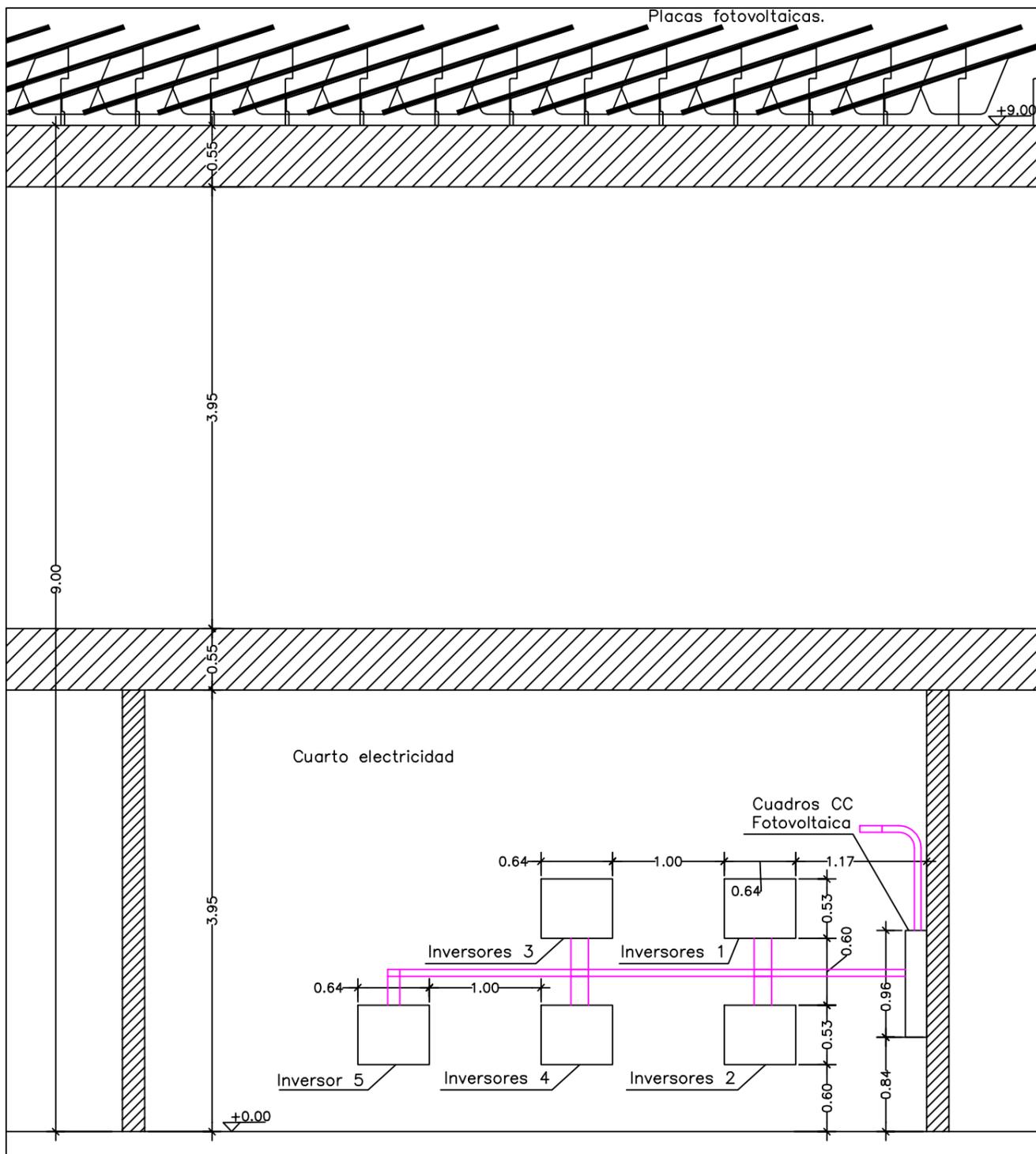
ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial
Universidad de La Laguna

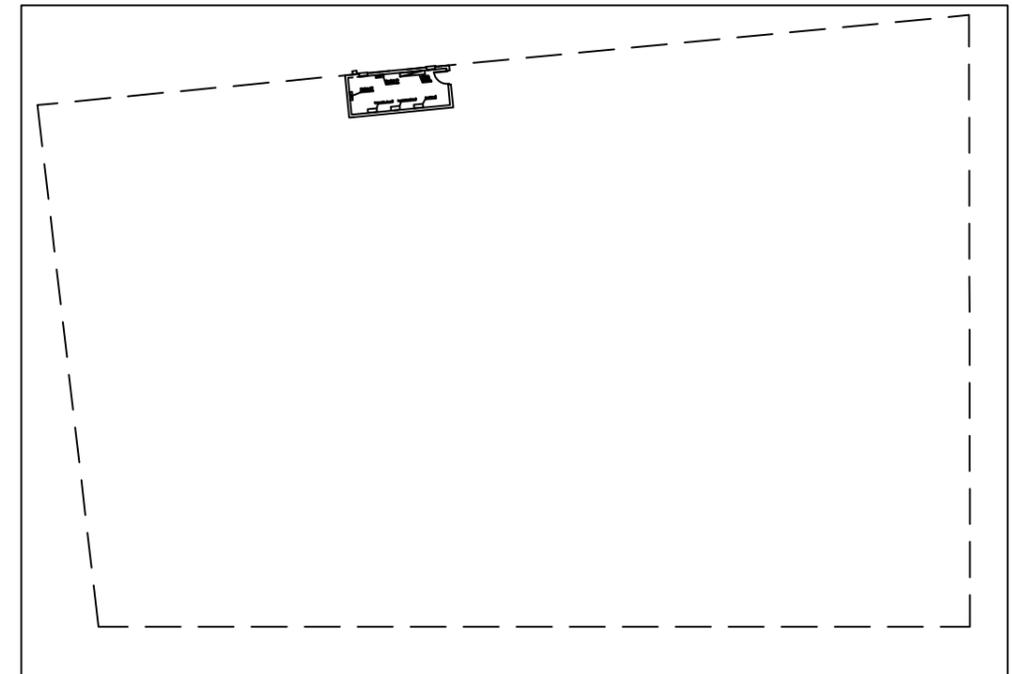
ESCALA:
1:50

CUARTO ELECTRICIDAD. PLANTA BAJA

Nº PLANO:
03



Sección B-B'.



Emplazamiento cuarto electricidad en planta baja.

DISEÑO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS

Autor: Elena Pérez Alonso

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial
Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2023

ESCALA:
1:50

CUARTO ELECTRICIDAD. PLANTA BAJA
SECCIÓN B-B'

Nº PLANO:
04

SEÑALES DE OBLIGACION

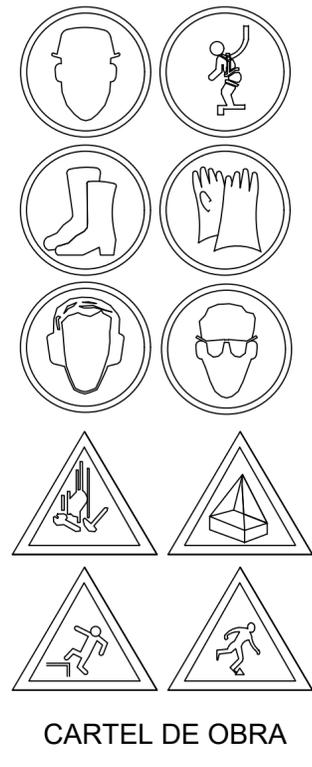
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000} \text{ Placas fotovoltaicas.}$$

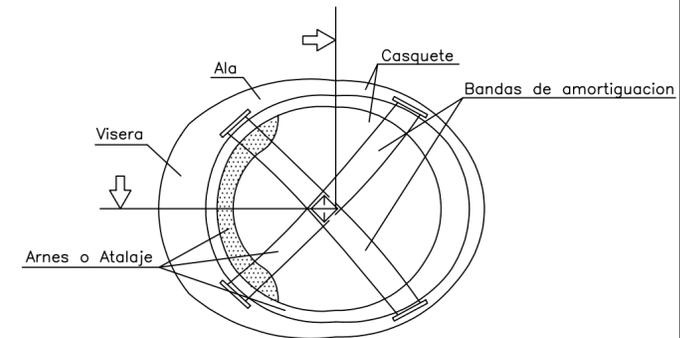
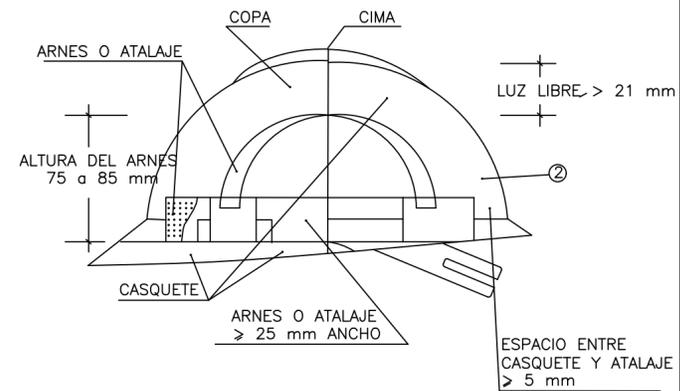
Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal

PROTECCIONES COLECTIVAS



CARTEL DE OBRA

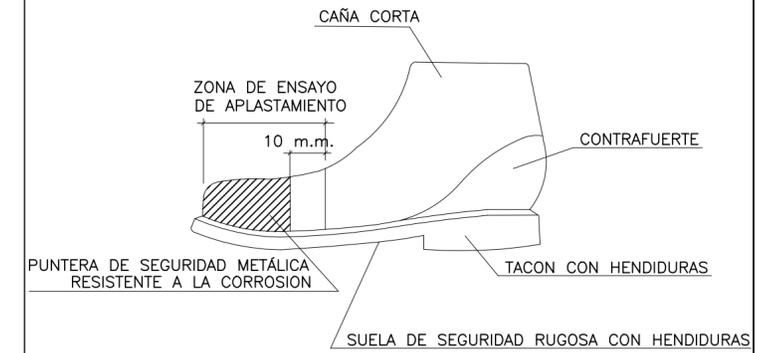
PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)



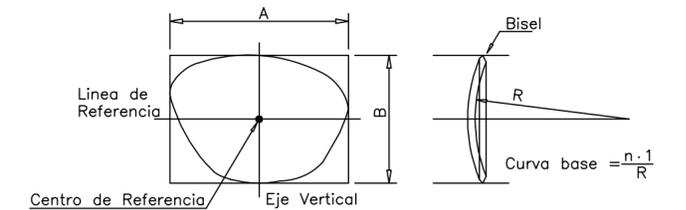
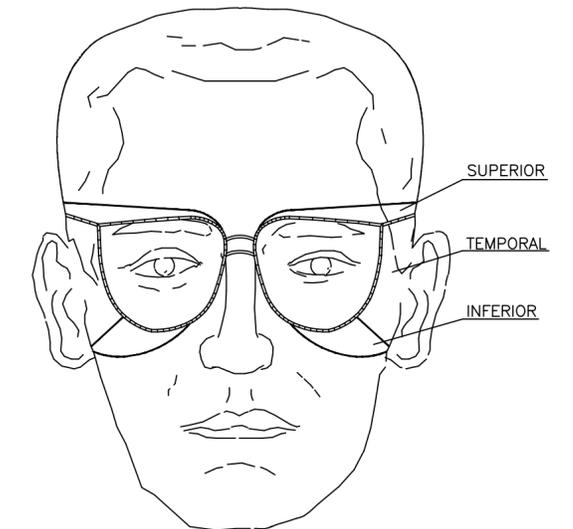
- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② CLASE M AISLANTE A 1000 v. CLASE E-AT AISLANTE A 25000 v.

PROTECCIONES INDIVIDUALES

BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II) OCULARES



DISEÑO DE UNA PLANTA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS

Autor: Elena Pérez Alonso

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial
Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2023

ESCALA:
1:75

SEGURIDAD Y SALUD. DETALLES.

Nº PLANO:
07

**ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE
POSGRADO**

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR
DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
PARA UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

PLIEGO DE CONDICIONES

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González

ÍNDICE

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	15
1. Condiciones generales	15
1.1. Objeto y ámbito de aplicación	15
1.2. Documentación del contrato.....	16
1.3. Forma y dimensiones	17
1.4. Compatibilidad y relación entre los documentos	17
1.5. Condiciones generales materiales y unidades de obra	17
1.6. Documentación de obra	17
1.7. Legislación social	18
1.8. Seguridad pública	18
1.9. Normativa de carácter general.....	18
2. Condiciones de índole facultativo	23
2.1. Definiciones	23
2.2. Oficina de obra	33
2.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales.....	34

2.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	34
2.5. Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero-director	35
2.6. Recusación por el contratista de la dirección facultativa.	35
2.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifestar mala fe	36
2.8. Daños materiales.....	36
2.9. Responsabilidad Civil	37
2.10. Acceso y vallado de las obras	39
2.11. Replanteo	39
2.12. Orden de los trabajos.....	40
2.13. Facilidades para otros contratistas	41
2.14. Libro de órdenes	42
2.15. Condiciones generales de ejecución de los trabajos	42
2.16. Ampliación del proyecto por causas imprevistas.....	43
2.17. Prórrogas por causas de fuerza mayor.....	43
2.18. Obras ocultas	44
2.19. Trabajos defectuosos	44
2.20. Modificación de trabajos defectuosos	45
2.21. Vicios ocultos	45

2.22. Materiales y su procedencia	46
2.23. Presentación de muestras.....	46
2.24. Materiales no utilizados	47
2.25. Materiales y equipos defectuosos	47
2.26. Medios auxiliares	48
2.27. Limpieza de las obras	48
2.28. Comprobación de las obras	49
2.29. Obras sin prescripciones	49
2.30. Acta de recepción	49
2.31. Normas para las recepciones provisionales	51
2.32. Documentación final	52
2.33. Conservación de las obras recibidas provisionalmente ...	54
2.34. Medición definitiva de los trabajos.....	55
2.35. Recepción definitiva de las obras.....	57
2.36. Plazo de garantía	58
2.37. Prórroga del plazo de garantía.....	58
3. Condiciones de índole económico	59
3.1. Base fundamental	59
3.2. Garantía	59

3.3. Fianza	60
3.4. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza.....	60
3.5. De su devolución general.....	60
3.6. De su devolución en caso de efectuarse devoluciones parciales.....	61
3.7. Revisión de precios	61
3.8. De la revisión de los precios contratados	62
3.9. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas	62
3.10. Descomposición de los precios unitarios	63
3.10.1. Costes directos.....	64
3.10.2. Costes indirectos.....	64
3.10.3. Gastos generales.....	64
3.10.4. Materiales	65
3.10.5. Mano de obra	65
3.10.6. Transportes de materiales	65
3.10.7. Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad.	65
3.10.8. Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales.....	66
3.10.9. Tanto por ciento de gastos generales y fiscales.....	66

3.10.10. Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista	
66	
3.11. Precios e importes de ejecución material.....	66
3.12. Precios e importes de ejecución por contrata	67
3.13. Gastos generales y fiscales	67
3.14. Gastos imprevistos	68
3.15. Beneficio industrial	68
3.16. Honorarios de la dirección técnica y facultativa.....	68
3.17. Gastos por cuenta del contratista	69
3.17.1. Medios auxiliares.....	69
3.17.2. Abastecimiento de agua	69
3.17.3. Energía eléctrica	69
3.17.4. Vallado	69
3.17.5. Accesos	70
3.17.6. Materiales no utilizados	70
3.17.7. Materiales y aparatos defectuosos	70
3.17.8. Ensayos y pruebas	70
3.18. Precios contradictorios	71
3.19. Mejoras de obras libremente ejecutadas	72

3.20. Abono de las obras	72
3.21. Abono de trabajos presupuestados por partida alzada	74
3.22. Abonos de otros trabajos no contratados	75
3.23. Abono de trabajos efectuados en el periodo de garantía .	75
3.24. Obras no terminadas	76
3.25. Certificaciones.....	76
3.26. Demora en los pagos	77
3.27. Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos	78
3.28. Mejoras y aumentos.....	79
3.29. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.....	80
3.30. Rescisión del contrato.....	80
3.31. Seguro de las obras	81
3.32. Conservación de las obras.....	82
3.33. Uso por el contratista de la edificación o bienes del propietario.....	83
3.34. Pago de arbitrios e impuestos	83
3.35. Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción y montaje de instalaciones..	84
4. Condiciones de índole legal	85

4.1. Documentos del proyecto	85
4.2. Plan de obra	85
4.3. Planos.....	86
4.4. Especificaciones	86
4.5. Objeto de los planos y especificaciones	86
4.6. Divergencias entre los planos y especificaciones	86
4.7. Errores en los planos y especificaciones.....	87
4.8. Adecuación de planos y especificaciones	87
4.9. Instrucciones adicionales	87
4.10. Copias de los planos para realización de los trabajos.....	88
4.11. Propiedad de los planos y especificaciones	88
4.12. Contrato	88
4.12.1. Por tanto alzado.....	89
4.12.2. Por unidades de obra ejecutadas	89
4.12.3. Por administración directa o indirecta	89
4.12.4. Por contrato de mano de obra.....	89
4.13. Contratos separados	89
4.14. Subcontratos	90
4.15. Adjudicación.....	90

4.16. Subastas y concursos	91
4.17. Formación del contrato	91
4.18. Responsabilidad del contratista	92
4.19. Trabajos durante una emergencia	92
4.20. Suspensión del trabajo por el propietario	93
4.21. Derecho del propietario a rescisión del contrato	93
4.22. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad 94	
4.23. Derechos del contratista para cancelar el contrato	94
4.24. Causas de rescisión del contrato	94
4.25. Devolución de la fianza	96
4.26. Plazo de entrega de las obras	96
4.27. Daños a terceros	96
4.28. Policía de obra	97
4.29. Accidentes de trabajo	97
4.30. Régimen jurídico	98
4.31. Seguridad Social	99
4.32. Responsabilidad Civil	99
4.33. Impuestos	100

4.34. Disposiciones legales y permisos	100
4.35. Hallazgos.....	101
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	102
1. Objeto	102
2. Generalidades.....	102
3. Definiciones	104
3.1. Radiación solar.....	104
3.2. Instalación	104
3.3. Módulos	106
3.4. Integración arquitectónica	107
4. Componentes y materiales.....	109
4.1. Generalidades.....	109
4.2. Sistemas generadores fotovoltaicos.....	110
4.3. Estructura soporte	112
4.4. Inversores	114
4.5. Cableado	117
4.6. Medidas de seguridad.....	118
5. Recepción y pruebas	118

6.	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	119
	
6.1.	Generalidades	119
6.2.	Programa de mantenimiento	120
6.3.	Garantías	122
6.3.1.	Ámbito general de la garantía	122
6.3.2.	Plazos	122
6.3.3.	Condiciones económicas	123
6.3.4.	Anulación de la garantía	124
6.3.5.	Lugar y tiempo de la prestación	124
	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES EN BAJA TENSIÓN	125
1.	Objeto	125
2.	Campo de aplicación	126
3.	Normativa de aplicación	126
4.	Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos	128
4.1.	Definición y clasificación de las Instalaciones eléctricas	128
4.2.	Componentes y productos constituyentes de la instalación	129

4.3. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación eléctrica	129
4.4. Conductores eléctricos	131
4.5. Conductores de protección.....	132
4.6. Identificación de conductores	133
4.7. Tubos protectores	133
4.8. Canalizaciones	136
4.9. Cuadros eléctricos	137
4.10. Aparamenta eléctrica	138
4.11. Interruptores automáticos.....	138
4.12. Circuito o instalación de puesta a tierra	139
5. Condiciones de la ejecución o montaje de la instalación	139
5.1. Condiciones generales	139
5.2. Preparación del soporte de la instalación eléctrica.....	140
5.3. Comprobaciones iniciales.....	141
5.4. Fases de la ejecución	141
5.4.1. Cuadros eléctricos	142
5.4.2. Canalizaciones	142
5.4.3. Instalación de las lámparas.....	144

5.4.4. Señalización.....	144
5.4.5. Instalación de puesta a tierra	145
6. Acabados, control y aceptación, medición y abono	148
6.1. Acabados	148
6.2. Control y aceptación	148
6.3. Medición y abono	150
7. Reconocimientos, pruebas y ensayos	151
7.1. Reconocimiento de las obras	151
7.2. Pruebas y ensayos	152
8. Condiciones de mantenimiento y uso.....	154
8.1. Conservación.....	156
8.2. Reparación. Reposición	157
9. Inspecciones periódicas.....	157
9.1. Certificados de inspecciones periódicas.....	157
9.2. Protocolo genérico de inspección periódica.....	158
9.3. De la responsabilidad de las inspecciones periódicas ...	158
9.4. Inspecciones periódicas de instalaciones de baja tensión	159
9.5. De los plazos de entrega y de validez de los certificados de inspección OCA.....	160

9.6. De la gravedad de los defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora	161
10. Condiciones de índole facultativo	163
10.1. Del titular de la instalación.....	163
10.2. De la dirección Facultativa	163
10.3. De la empresa instaladora o Contratista.....	164
10.4. De la empresa mantenedora	164
10.5. De los Organismos de Control Autorizado	166

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1. Condiciones generales

1.1. Objeto y ámbito de aplicación

El presente Pliego de Condiciones Generales tiene por finalidad regular la ejecución de la instalación solar fotovoltaica que integra el Trabajo Fin de Master en el que se incluye, estableciendo los niveles técnicos y de calidad exigibles. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Por ello, el Contratista se atenderá en todo momento a lo expuesto en este documento, en cuanto a la calidad de los materiales empleados, ejecución, material de obra, precios, medición y abono de las distintas partes de obra.

Se considerarán sujetas a las condiciones de este pliego todas las obras cuyas características, planos y presupuestos se adjunten en las partes correspondientes del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente finalizados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

En referencia a la interpretación del mismo, en caso de oscuridad o divergencia, se atenderá a lo dispuesto por la Dirección Facultativa, y en todo caso a las estipulaciones y cláusulas establecidas por las partes contratantes.

1.2. Documentación del contrato

Los documentos que integran el contrato, relacionados por orden de importancia y preferencia, en cuanto al valor de sus especificaciones, en caso de omisión o de aparente contradicción, son los siguientes:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o de arrendamiento de obra, si existiera.
2. Memoria, anexos de cálculo, planos, mediciones y presupuesto.
3. El presente Pliego de Condiciones Generales.
4. Los Pliegos de Condiciones Técnicas.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud.
- Proyecto de control de la edificación.

Las ordenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Deberá incluir aquellas condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad acreditadas, si la obra así lo requiere.

1.3. Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como los materiales a emplear, se ajustarán en todo momento a lo establecido y detallado en los planos, especificaciones y estados de las mediciones adjuntos al presente proyecto.

Siempre cabrá la posibilidad de realizar modificaciones oportunas a pie de obra que podrán ser realizadas por el Ingeniero-director.

1.4. Compatibilidad y relación entre los documentos

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

1.5. Condiciones generales materiales y unidades de obra

Además de cumplir todas y cada una de las condiciones que se exponen en el presente Pliego de Condiciones Generales, los materiales y mano de obra deberán satisfacer las que se detallan en los Pliegos de Condiciones Técnicas elaborados por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

1.6. Documentación de obra

En la oficina de obras, existirá en todo momento un ejemplar completo del proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones,

órdenes, disposiciones legales y ordenanzas a que se hacen referencia en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

1.7. Legislación social

El Contratista, estará obligado al exacto cumplimiento de toda legislación en materia de Reglamentación del Trabajo correspondiente, y de las demás disposiciones que regulan las relaciones entre patronos y obreros, los accidentes de trabajo, e incluso la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas de carácter social en vigencia o que en lo sucesivo se apliquen.

1.8. Seguridad pública

El Contratista que resultará adjudicatario deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones y uso de materiales, equipos, etc., con objeto de proteger a las personas y animales de peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades derivadas de tales acciones u omisiones.

1.9. Normativa de carácter general

- **ORDEN de 9 de marzo de 1971**, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- **REAL DECRETO 2135/1980** de 26 de septiembre del Ministerio de Industria y Energía. “Industrias en general. Liberalización en materia de instalación, ampliación y traslado”. **ORDEN de 20 de septiembre de 1986**, por el que se establece el modelo de libro de incidencias en obras en las que sea obligatorio un estudio de seguridad e higiene en el trabajo.

- **REAL DECRETO 1316/1989**, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- **LEY 21/1992** de 16.7. (Jefatura Estado, BOE 23.7.1992). Ley de Industria.
- **LEY 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE no 269, de 10 de noviembre).
- **Ley 54/1997**, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- **REAL DECRETO 39/1997**, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (BOE número 27, de 31 de enero de 1997).
- **REAL DECRETO 485/1997** de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997). **REAL DECRETO 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE número 97, de 23 de abril de 1997), modificado por el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004).
- **REAL DECRETO 487/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE número 97, de 23 de abril de 1997).
- **REAL DECRETO 773/1997** de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización, por los trabajadores, de equipos de protección individual (BOE número 140, de 12 de junio de 1997).

- **REAL DECRETO 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE número 188, de 7 de agosto de 1997)
- **REAL DECRETO 1389/1997**, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras (BOE número 240, de 7 de octubre de 1997)
- **REAL DECRETO 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE número 256, de 25 de octubre de 1997).
- **REAL DECRETO 780/1998**, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (BOE número 104, de 1 de mayo, de 1998).
- **REAL DECRETO 216/1999**, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las empresas de trabajo temporal. (BOE no 47, de 24 de febrero de 1999).
- **REAL DECRETO 1663/2000**, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- **Resolución de 31 de mayo de 2001** por la que se establecen modelo de contrato tipo y

modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

- **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 (BOE número 148, de 21 de junio de 2001).
- **REAL DECRETO 212/2002** de 22 de febrero (M. Presidencia, BOE 1.3.2002) por el que se regula las emisiones sonoras en el entorno

debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, modificado por: Real Decreto 524/2006 de 28.4. (M. Presidencia, BOE 4.5.2006).

- **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.
- **LEY 54/2003**, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- **REAL DECRETO 2177/2004**, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1.215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE número 274, de 13 de noviembre de 2004).
- **REAL DECRETO 1311/2005**, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- **REAL DECRETO 286/2006**, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- **REAL DECRETO 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- **REAL DECRETO 315/2006** de 17 de marzo. (M. Vivienda, BOE 28.3.2006) por el que se crea el Consejo para la Sostenibilidad, Innovación y Calidad de la Edificación.
- **REAL DECRETO 396/2006**, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.

- **REAL DECRETO 604/2006**, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Ley 32/2006**, de 18 de octubre (Jefatura del Estado, BOE 19.10.2006) por el que se regula la subcontratación en el sector de la construcción.
- **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.
- **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 1565/2010**, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **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.
- **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. (si procede).

- **LEY 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- **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 244/2019**, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

2. Condiciones de índole facultativo

2.1. Definiciones

Propiedad o propietario

Se denominará como “Propiedad” o “Propietario” a la entidad, física o jurídica, pública o privada que, individual o colectivamente, impulsa, programa, financia y encarga, bien con recursos propios o ajenos, la redacción y ejecución las obras del presente proyecto.

La Propiedad o el Propietario se atenderán a las siguientes obligaciones:

Ostentar, sobre el solar o ubicación física, la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.

Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones de este.

Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.

- ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS, la Propiedad proporcionará al Ingeniero-director una copia del contrato firmado con el Contratista, así como una copia firmada del presupuesto de las obras a ejecutar, confeccionado por el Contratista y aceptado por él. De igual manera, si así fuera necesario, proporcionará el permiso para llevar a cabo los trabajos si fuera necesario.
- DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS, la Propiedad no podrá en ningún momento dar órdenes directas al Contratista o personal subalterno. En todo caso, dichas ordenes serán transmitidas a través de la Dirección Facultativa.
- UNA VEZ TERMINADAS Y ENTREGADAS LAS OBRAS, la Propiedad no podrá llevar a cabo modificaciones en las mismas, sin la autorización expresa del Ingeniero autor del proyecto.

Ingeniero-director

Será aquella persona que, con acreditada titulación académica suficiente y plena de atribuciones profesionales según las disposiciones vigentes, reciba el encargo de la Propiedad de dirigir la ejecución de las obras, y en tal sentido, será el responsable de la Dirección Facultativa. Su

misión será la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por si mismo o por sus representantes.

El Ingeniero-director tendrá autoridad técnico-legal completa, incluso en lo no previsto específicamente en el presente Pliego de Condiciones Generales, pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta resolución es útil y necesario para la buena marcha de la ejecución de los trabajos.

Le corresponden, además las facultades expresadas en el presente Pliego de Condiciones Generales, las siguientes:

- Redactar los complementos, rectificaciones y anexos técnicos del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las eventualidades que se presenten e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurren a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir, en unión del Aparejador o Arquitecto Técnico, el certificado final de la misma.

Dirección facultativa

Estará formada por el Ingeniero-director y por aquellas personas tituladas o no, que al objeto de auxiliar al Ingeniero-Director en la realización

de su cometido, ejerzan, siempre bajo las órdenes directas de éste, funciones de control y vigilancia, así como las específicas por él encomendadas.

Suministrador

Será aquella entidad o persona física o jurídica, que mediante el correspondiente contrato, realice la venta de alguno de los materiales y/o equipos comprendidos en el presente proyecto.

La misma denominación recibirá quien suministre algún material, pieza o elemento no incluido en el presente proyecto, cuando su adquisición haya sido considerada como necesaria por parte del Ingeniero-Director para el correcto desarrollo de los trabajos.

Contrata o Contratista

Será aquella entidad o persona jurídica que reciba el encargo de ejecutar algunas de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, con los medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con la Propiedad, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

El Contratista, cuando sea necesaria su actuación o presencia según la contratación o lo establecido en el presente Pliego de Condiciones Generales, podrá ser representado por un Delegado previamente aceptado por parte de la Dirección Facultativa.

Este Delegado tendrá capacidad para:

- Organizar la ejecución de los trabajos y poner en prácticas las órdenes recibidas del Ingeniero-director.
- Proponer a la Dirección Facultativa colaborar en la resolución de los problemas que se planteen en la ejecución de los trabajos.

El Delegado del Contratista tendrá la titulación profesional mínima exigida por el Ingeniero-Director. Asimismo, éste podrá exigir también, si así lo estimase oportuno, que el Contratista designe además al personal facultativo necesario bajo la dependencia de su técnico Delegado. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Ingeniero-Director para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Por otra parte, el Ingeniero-Director podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado, y en su caso cualquier facultativo que de él dependa, cuando así lo justifique su actuación y los trabajos a realizar.

Se sobrentiende que antes de la firma del contrato, el Contratista ha examinado toda la documentación necesaria del presente proyecto para establecer una evaluación económica de los trabajos, estando conforme con ella, así como ANTES DEL INICIO DE LAS OBRAS el Contratista manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

Son obligaciones del Contratista:

- a) La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato y la

legislación aplicable, con sujeción a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

- b) Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- c) Designar al Jefe de obra, que asumirá la representación técnica del Contratista y que, con dedicación plena permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra, así como por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra, el cual deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa, custodiando y firmando el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en los mismos, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales correctos que su importancia requiera.
- e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- f) Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- g) Facilitar al Jefe de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- h) Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente, concertando además los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- i) Redactar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, vigilando por su cumplimiento y por la

observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo

- j) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra el cual velará por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de Seguridad y Salud.
- k) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- l) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- m) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- n) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- o) Abonar todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.
- p) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- q) Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- r) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- s) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- t) Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados, debidamente homologados y acreditados para el cometido de sus funciones.
- u) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E. (Ley de Ordenación de la Edificación).

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento de la Propiedad y de la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el Contratista las actuaciones de las subcontratas.

La Propiedad podrá introducir otros constructores o instaladores, además de los del Contratista, para que trabajen simultáneamente con ellos en las obras, bajo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

El Contratista, a la vista del proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad e Higiene, presentará el Plan de Seguridad e Higiene de la obra a la aprobación del Ingeniero-Director.

El Contratista tendrá a su disposición el proyecto de Control de Calidad, si para la obra fueran necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los

criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos, marcas de calidad; ensayos homologados, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por el Ingeniero.

Coordinador de Seguridad y Salud

Será aquel personal técnico cualificado designado por el Contratista que velará por el estricto cumplimiento de las medidas precisas según normativa vigente contempladas en el Plan de Seguridad y Salud, correspondiéndole durante la ejecución de la obra, las siguientes funciones:

- a) Aprobar antes del comienzo de la obra, el Plan de Seguridad y Salud redactado por el Contratista y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- b) Adoptar aquellas decisiones técnicas y de índole organizativa con la finalidad de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- c) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, y especialmente los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva recogidos en el Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- d) Contratar las instalaciones provisionales, los sistemas de seguridad y salud, y velar por la correcta aplicación de la metodología de los trabajos.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a las obras.
- f) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

- g) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- h) Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

Entidades y los laboratorios de control de la calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestarán asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales, de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Dicha asistencia técnica se realiza mediante ensayos y/o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (Art. 14 de la L.O.E.):

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al autor del encargo y, en todo caso, al Ingeniero-Director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2. Oficina de obra

El Contratista habilitará en la propia obra, una oficina, local o habitáculo, convenientemente acondicionado para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada, que contendrá como mínimo una mesa y tableros donde se expongan todos los planos correspondientes al presente proyecto y de obra que sucesivamente le vaya asignando la Dirección Facultativa, así como cuantos documentos estime convenientes la citada Dirección. Al menos, los documentos básicos que estarán en la mencionada oficina de obra son los siguientes:

- El proyecto de ejecución, incluidos los complementos y anexos que redacte el Ingeniero.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud.
- El libro de incidencias.
- El proyecto de Control de Calidad y su libro de registro, si existiese.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 2.1.5.

Durante la jornada de trabajo, el contratista por sí, o por medio de sus facultativos, representantes o encargados, estarán en la obra, y acompañará al Ingeniero-Director y a sus representantes en las visitas que lleven a cabo a las obras, incluso a las fábricas o talleres donde se lleven a cabo trabajos para la obra, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que consideren necesarios, suministrándoles asimismo los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.3. Trabajos no estipulados en el pliego de condiciones generales

Es obligación del Contratista el ejecutar, cuando sea posible y así se determine como necesario para la buena realización y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en el presente Pliego de Condiciones Generales, siempre que sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director y esté dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra, y tipo de ejecución.

Se entenderá por reformado de proyecto, con consentimiento expreso de la Propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10%.

2.4. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

El Constructor podrá requerir del Ingeniero-Director, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trata de aclarar, interpretar o modificar preceptos del Pliego de Condiciones Generales o indicaciones de planos, croquis y esquemas de montaje, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el “enterado”, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciban, tanto de los encargados de la vigilancia de las obras como el Ingeniero-Director.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el Contratista, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, habrá de dirigirla, dentro del plazo de cinco (5) días, al inmediato técnico superior que la hubiera dictado, el cual dará al Contratista el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

2.5. Reclamaciones contra las órdenes del ingeniero-director

Las reclamaciones que el Contratista quiera formular contra las órdenes facilitadas por el Ingeniero-Director, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, y a través del mismo si son de origen económico. Contra las disposiciones de orden técnico o facultativo, no se admitirá reclamación alguna.

Aún así, el Contratista podrá salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero-Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.6. Recusación por el contratista de la dirección facultativa

El Contratista no podrá recusar al Ingeniero-Director o persona de cualquier índole dependiente de la Dirección Facultativa o de la Propiedad encargada de la vigilancia de las obras, ni solicitar que por parte de la Propiedad se designen otros facultativos para los trabajos de reconocimiento y mediciones.

Cuando se crea perjudicado con los resultados de las decisiones de la Dirección Facultativa, el Contratista podrá proceder de acuerdo con lo

estipulado en el artículo precedente (Artículo 2.5), pero sin que por esta causa pueda interrumpirse, ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.7. Despidos por falta de subordinación, por incompetencia o por manifestar mala fe

En los supuestos de falta de respeto y de obediencia al Ingeniero-Director, a sus subalternos de cualquier clase, encargados de la vigilancia de las obras, por manifiesta incapacidad, incompetencia o negligencia grave que comprometan y/o perturben la marcha de los trabajos, éste podrá requerir del Contratista apartar e incluso despedir de la obra a sus dependientes u operarios, cuando el Ingeniero-Director así lo estime necesario.

2.8. Daños materiales

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso edificatorio responderán frente a la Propiedad y los terceros adquirentes de las obras o partes de las mismas, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- v) Durante diez años, de los daños materiales causados en la edificación por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del mismo.
- w) Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las

instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El Contratista también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

2.9. Responsabilidad Civil

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente.

En todo caso, la Propiedad responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en la edificación ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad de la Propiedad que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un ingeniero proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los

ingenieros proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El Contratista responderá directamente de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al Jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el Contratista subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El Contratista y el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la Dirección Facultativa de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al ingeniero proyectista.

Cuando la Dirección Facultativa de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso edificatorio, si se prueba que aquellos fueron

ocasionados fortuitamente, por fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño.

Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

2.10. Acceso y vallado de las obras

El Contratista dispondrá por su cuenta de todos los accesos a la obra, así como el cerramiento o vallado de ésta. El Coordinador de Seguridad y Salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.11. Replanteo

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales, dentro de los treinta (30) días siguientes al de la fecha de la firma de la escritura de contratación, y será responsable de que estas se desarrollen en la forma necesaria a juicio del Ingeniero-Director para que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo de ejecución de la misma, que será el especificado en el contrato. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

En caso de que este plazo no se encuentre especificado en el Contrato, se considerará el existente en el Plan de Seguridad y Salud o en su defecto en la memoria descriptiva del presente proyecto.

En un plazo inferior a los cinco (5) días posteriores a la notificación de la adjudicación de las obras, se comprobará en presencia del Contratista, o de un representante, el replanteo de los trabajos, sometiéndolo a la aprobación del Ingeniero-Director y una vez que éste haya dado su conformidad, preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero-Director, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

Comienzo de las obras, ritmo y ejecución de los trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se realice a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Ingeniero-Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.12. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias del orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

Dentro de los quince (15) días siguientes a la fecha en que se notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar inexcusablemente al Ingeniero- Director un Programa de Trabajos en el que

se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras.

El citado Programa de Trabajo una vez aprobado por el Ingeniero-Director, tendrá carácter de compromiso formal, en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

El Ingeniero-Director podrá establecer las variaciones que estime oportunas por circunstancias de orden técnico o facultativo, comunicando las órdenes correspondientes al Contratista, siendo éstas de obligado cumplimiento, y el Contratista directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

En ningún caso se permitirá que el plazo total fijado para la terminación de las obras sea objeto de variación, salvo casos de fuerza mayor o culpa de la Propiedad debidamente justificada.

2.13. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva La Dirección Facultativa.

2.14. Libro de órdenes

El Contratista tendrá siempre en la oficina de obra y a disposición del Ingeniero- Director un “Libro de Ordenes y Asistencia”, con sus hojas foliadas por duplicado, en el que redactará las que crea oportunas para que se adopten las medidas precisas que eviten en lo posible los accidentes de todo género que puedan sufrir los operarios, los viandantes en general, las fincas colindantes y/o los inquilinos en las obras de reforma que se efectúen en edificaciones habitadas, así como las que crea necesarias para subsanar o corregir las posibles deficiencias constructivas que haya observado en las diferentes visitas a la obra, y en suma, todas las que juzgue indispensables para que los trabajos se lleven a cabo correctamente y de acuerdo, en armonía con los documentos del proyecto.

Cada orden deberá ser extendida y firmada por el Ingeniero-Director y el “Enterado” suscrito con la firma del Contratista o de su encargado en la obra. La copia de cada orden extendida en el folio duplicado quedará en poder del Ingeniero-Director. El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar el Contratista, no supone eximente o atenuante alguna para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

2.15. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto que haya servido de base al Contratista, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad entregue el Ingeniero-Director al Contratista siempre que éstas encajen en la cifra a la que ascienden los presupuestos aprobados.

2.16. Ampliación del proyecto por causas imprevistas

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones facilitadas por el Ingeniero-Director en tanto se formulan o se tramita el proyecto reformado.

El Contratista está obligado a realizar con cargo a su propio personal y con sus materiales, cuando la Dirección de las Obras disponga los apuntalamientos, apeos, derribos, recalzos o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que mutuamente convengan.

2.17. Prórrogas por causas de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, y siempre que esta causa sea distinta de las que se especifican como de rescisión en el capítulo correspondiente a la Condiciones de Índole Legal, aquel no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderla, o no fuera capaz de terminarla en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del Contratista, previo informe favorable del Ingeniero-Director. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero-Director, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originará en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de

la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.18. Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades que hayan de quedar ocultos a la terminación de las obras, el Contratista levantará los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose de la siguiente manera:

- Uno a la Propiedad.
- Otro al Ingeniero-Director.
- y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos.

Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados y se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las correspondientes mediciones.

2.19. Trabajos defectuosos

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente proyecto que cumplan las condiciones generales y particulares de índole técnica del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos, de acuerdo con el mismo, siempre según las indicaciones de la Dirección Facultativa.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de

las posibles faltas o defectos que en estos puedan existir por su mala ejecución o por el empleo de materiales de deficiente calidad no autorizados expresamente por el Ingeniero-Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

2.20. Modificación de trabajos defectuosos

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero-Director advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos y aparatos colocados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas del Contratista.

Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y posterior reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Ingeniero-Director, quien resolverá según el siguiente apartado del presente Pliego de Condiciones.

2.21. Vicios ocultos

Si el Ingeniero-Director tuviese fundadas razones para creer la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar, en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva de la obra, la realización de ensayos, destructivos o no, así como aquellas demoliciones o correcciones que considere necesarios para reconocer los trabajos que se supongan como defectuosos. No obstante, la recepción

definitiva no eximirá al Contratista de responsabilidad si se descubrieran posteriormente vicios ocultos

Los gastos de demolición o desinstalación como consecuencia de la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras, así como los de reconstrucción o reinstalación que se ocasionen serán por cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, y en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

2.22. Materiales y su procedencia

El Contratista tendrá la libertad de proveerse y dotarse de los materiales, equipos y aparatos de todas clases en los puntos que estime convenientes, exceptuando aquellos casos en los que el proyecto preceptúe expresamente una determinada localización o emplazamiento.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar al Ingeniero-Director una lista completa de los materiales, equipos y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, sellos, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.23. Presentación de muestras

El Contratista presentará al Ingeniero-Director, de acuerdo con el artículo anterior, las muestras de los materiales y las especificaciones de los equipos y aparatos a utilizar, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.24. Materiales no utilizados

El Contratista, a su costa, transportará y colocará los materiales y escombros procedentes de las excavaciones, demoliciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado que se le designe para no causar perjuicios a la marcha de los trabajos.

De la misma forma, el Contratista queda obligado a retirar los escombros ocasionados, trasladándolos al vertedero autorizado.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero-Director, mediante acuerdo previo con el Contratista estableciendo su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos correspondientes a su transporte.

2.25. Materiales y equipos defectuosos

Cuando los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones no fueran de la calidad requerida mediante el presente Pliego de Condiciones o no estuviesen debidamente preparados, o faltaran a las prescripciones formales recogidas en el proyecto y/o se reconociera o demostrara que no son adecuados para su objeto, el Ingeniero-Director dará orden al Contratista para que los sustituya por otros que satisfagan las condiciones establecidas.

Si a los quince (15) días de recibir el Contratista orden de retirar los materiales, equipos, aparatos y/o elementos de las instalaciones que no estén en condiciones, y ésta no hubiere sido cumplida, podrá hacerlo el Propietario cargando los gastos al Contratista.

Si los materiales, elementos de instalaciones, equipos y/o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Ingeniero-Director, se recibirán pero con la correspondiente minoración o rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.26. Medios auxiliares

Serán de cuenta y riesgo del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para preservar la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no cabiendo a la Propiedad, por tanto, responsabilidad alguna por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Todos estos, siempre que no haya estipulado lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares de los trabajos, quedando a beneficio del Contratista, sin que éste pueda fundar reclamación alguna en la insuficiencia de dichos medios, cuando éstos estén detallados en el presupuesto y consignados por partidaalzada o incluidos en los precios de las unidades de obra.

2.27. Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener las obras y su entorno limpias de escombros y de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas, ejecutando todos los trabajos que sean necesarios para proporcionar un buen aspecto al conjunto de la obra.

2.28. Comprobación de las obras

Antes de verificarse las recepciones provisionales y definitivas de las obras, se someterán a todas las pruebas y ensayos que se especifican en el Pliego de Condiciones Técnicas de cada parte de la obra, todo ello con arreglo al programa que redacte el Ingeniero-Director.

Todas estas pruebas y ensayos serán por cuenta del Contratista. También serán por cuenta del Contratista los asientos o averías o daños que se produzcan en estas pruebas y procedan de la mala construcción o por falta de adopción de las necesarias precauciones.

2.29. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego de Condiciones ni en la restante documentación del proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

2.30. Acta de recepción

La recepción de la obra es el acto por el cual el Contratista, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al Propietario y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por la Propiedad y el Contratista, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al Contratista para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el Ingeniero-Director de obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado si procede.

La Propiedad podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

2.31. Normas para las recepciones provisionales

Quince (15) días, como mínimo, antes de terminarse los trabajos o parte de ellos, en el caso que los Pliegos de Condiciones Particulares estableciesen recepciones parciales, el Ingeniero-Director comunicará a la Propiedad la proximidad de la terminación de los trabajos a fin de que este último señale fecha para el acto de la recepción provisional.

Terminada la obra, se efectuará mediante reconocimiento su recepción provisional a la que acudirá la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, convocándose en ese acto además a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Del resultado del reconocimiento se levantará un acta con tantos ejemplares o copias como intervinientes, siendo firmados por todos los asistentes legales. Además se extenderá un Certificado Final de obra. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

En caso contrario, es decir, cuando las obras no se hallen en estado de ser recepcionadas, se hará constar en el acta donde se especificarán las precisas y necesarias instrucciones que el Ingeniero-Director habrá de dar al Contratista para remediar, en un plazo razonable que éste le fije, los defectos observados; expirado dicho plazo, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de las obras.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindido el contrato, con pérdida de fianza o de la retención que le hubiese aplicado la

Propiedad, a no ser que el Propietario acceda a conceder un nuevo e improrrogable plazo.

La recepción provisional de las obras tendrá lugar dentro del mes siguiente a la terminación de las obras, pudiéndose realizar recepciones provisionales parciales.

2.32. Documentación final

El Ingeniero-Director, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de la obra, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará al Acta de Recepción con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de la edificación y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por la Propiedad, será entregada a los usuarios finales de la edificación. A su vez dicha documentación se divide en:

A. DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se compone de:

- Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de Seguridad y Salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.

- Proyecto con sus anexos y modificaciones debidamente autorizadas por el Ingeniero-Director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

La documentación de seguimiento será depositada por el Ingeniero-Director de la obra en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Santa Cruz de Tenerife.

B. DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del Jefe de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anexos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el Contratista, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el Contratista y autorizada por el Ingeniero-Director, su Colegio Profesional.

C. CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Este se ajustará al modelo aprobado por el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España, en donde el Ingeniero-Director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las mismas, controlado cuantitativa y cualitativamente su construcción y la calidad de lo edificado e instalado de acuerdo con el

proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El Ingeniero-Director de la obra certificará que las instalaciones han sido realizadas bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Asimismo, certificará que en el desarrollo de los trabajos se han observado y cumplido todas las prescripciones técnicas de seguridad y que se han realizado todas las pruebas y ensayos previstos en los Reglamentos vigentes que afectan a las instalaciones comprendidas en el proyecto.

Al certificado final de obra se le unirán como anexos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad de la Propiedad, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

2.33. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendida entre las recepciones parciales y la definitiva correrán por cargo del Contratista.

Si las obras o instalaciones fuesen ocupadas o utilizadas antes de la recepción definitiva, la guarda o custodia, limpieza y reparaciones causadas por el uso, correrán a cargo del Propietario, mientras que las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones serán a cargo del Contratista.

2.34. Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Facultativa a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por él o de oficio en la forma prevenida para la recepción de obras, debiendo aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes y levantando acta, por triplicado ejemplar, correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista, debiendo aparecer la conformidad de ambos en los documentos que la acompañan. En caso de no haber conformidad por parte de la Contrata, ésta expondrá sumariamente y a reserva de ampliarlas, las razones que a ello le obliguen.

Lo mismo en las mediciones parciales como en la final, entendiéndose que éstas comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio, una vez que se haya terminado, el Contratista los pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para poder medir y tomar datos necesarios; de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Por tanto, servirán de base para la medición los datos del replanteo general; los datos de los replanteos parciales que hubieran exigido el curso de los trabajos; los datos de cimientos y demás partes ocultas de las obras tomadas durante la ejecución de los trabajos con la firma del Contratista y la Dirección Facultativa; la medición que se lleve a efecto en las partes descubiertas de la obra; y en general, los que convengan al procedimiento consignado en las condiciones de la Contrata para decidir el número de unidades de obra de cada clase ejecutadas; teniendo presente salvo pacto en contra, lo preceptuado en los diversos capítulos del Pliego de Condiciones Técnicas.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario, incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y toda tipo de cargas sociales.

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre la Propiedad y el Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro

plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

2.35. Recepción definitiva de las obras

Finalizado el plazo de garantía y si se encontrase en perfecto estado de uso y conservación, se dará por recibida definitivamente la obra, quedando relevado el Contratista, a partir de este momento, de toda responsabilidad legal que le pudiera corresponder por la existencia de defectos visibles así como cesará su obligación de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación y mantenimiento de la edificación y de sus instalaciones, quedando sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional.

De la recepción definitiva, se levantará un acta, firmada por triplicado ejemplar por parte de la Propiedad, el Ingeniero-Director y el Contratista, que será indispensable para la devolución de la fianza depositada por éste último. Una vez recibidas definitivamente las obras, se procederá a la liquidación correspondiente que deberá quedar terminada en un plazo no superior a seis (6) meses.

A la firma del Acta de Recepción el Contratista estará obligado a entregar los planos definitivos, si hubiesen tenido alguna variación con los del proyecto. Estos planos serán reproducibles.

2.36. Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras e instalaciones, deberá estipularse en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista y en ningún caso éste será inferior a NUEVE (9) MESES para contratos ordinarios y no inferior a UN (1) AÑO para contratos con las Administraciones Públicas, contado éste a partir de la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Durante este tiempo, el Contratista es responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Si durante el primer año el Contratista no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

Asimismo, hasta tanto se firme el Acta de Recepción Provisional, el Contratista garantizará la a la Propiedad contra toda reclamación de terceros fundada por causas y por ocasión de la ejecución de la obra.

Una vez cumplido dicho plazo, se efectuará el reconocimiento final de las obras, y si procede su recepción definitiva.

2.37. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero-Director marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

3. Condiciones de índole económico

3.1. Base fundamental

Como base fundamental o principio general de estas condiciones económicas, se establece que el Contratista debe percibir, de todos los trabajos efectuados, su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al proyecto y a las condiciones generales y particulares que han de regirla obra.

Asimismo, la Propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. Garantía

La Dirección Facultativa podrá exigir al Contratista la presentación de referencias y/o avales bancarios o de otras entidades o personas, al objeto de cerciorarse de que éste reúne todas las condiciones de solvencia requeridas para el exacto cumplimiento del Contrato; dichas referencias, si le son pedidas, las presentará el Contratista antes de la firma del Contrato.

Asimismo, deberá acreditar el título oficial correspondiente a los trabajos que el mismo vaya a realizar.

3.3. Fianza

La fianza que se exige al Contratista para que responda del cumplimiento de lo contratado, será convenida previamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, entre una de las siguientes fórmulas:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.4. Ejecución de los trabajos con cargo a la fianza

Si el Contratista se negase a realizar, por su cuenta los trabajos precisos, para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero-Director, en nombre y representación de la Propiedad, los ordenará ejecutar a un tercero, o directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad en caso de que el importe de la fianza no bastase para abonar la totalidad de los gastos efectuados en las unidades de obra, que no fuesen de recibo.

3.5. De su devolución general

La fianza depositada, será devuelta al Contratista, previo expediente de devolución correspondiente, una vez firmada el acta de la recepción definitiva de la obra, siempre que se haya acreditado que no existe

reclamación alguna contra aquel, por los daños y perjuicios que sean de su cuenta, o por deudas de jornales, de suministros, de materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes ocurridos en el trabajo.

El Propietario podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

En todo caso, esta devolución se practicará dentro de los treinta (30) días naturales, contados éstos una vez ha transcurrido el año de garantía.

3.6. De su devolución en caso de efectuarse devoluciones parciales

Si el Propietario, con la conformidad del Ingeniero-Director, estimara por conveniente hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le reintegre la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas en concepto de garantías.

3.7. Revisión de precios

Para que el Contratista tenga derecho a solicitar alguna revisión de precios, será preceptivo que tal extremo figure expresamente acordado en el contrato, donde deberá especificarse los casos concretos en los cuales podrá ser considerado.

En tal caso, el Contratista presentará al Ingeniero-Director el nuevo presupuesto donde se contemple la descomposición de los precios unitarios de las partidas, según lo especificado en el artículo 3.10 del presente Pliego de Condiciones

En todo caso, salvo que se estipule lo contrario en el contrato, se entenderá que rige sobre este particular el principio de reciprocidad, reservándose en este caso la Propiedad, el derecho de proceder a revisar los precios unitarios, si las condiciones de mercado así lo aconsejaran.

3.8. De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3%) del importe total del presupuesto de contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el calendario de la oferta.

3.9. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión, reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto, que sirve de base para la ejecución de los trabajos.

Tampoco se le administrará reclamación alguna, fundada en indicaciones que sobre los trabajos se haga en las memorias, por no tratarse estos documentos los que sirven de base a la Contrata.

Las equivocaciones materiales, o errores aritméticos, en las cantidades de obra o en su importe, se corregirán en cualquier época que se observase pero no se tendrá en cuenta a los efectos de la rescisión del contrato.

3.10. Descomposición de los precios unitarios

Para que el Contratista tenga derecho a pedir la revisión de precios a que se refiere el artículo 3.7., será condición indispensable que, antes de comenzar todas y cada una de las unidades de obra contratadas, reciba por escrito la conformidad del Ingeniero-Director a los precios descompuestos de cada una de ellas, que el Contratista deberá presentarle, así como la lista de precios de salarios o jornales, de materiales, de costes de transportes y los porcentajes que se expresan en los subapartados del presente artículo.

El Ingeniero-Director valorará la exactitud de la justificación de los nuevos precios, tomando como base de cálculo tablas, bases de datos o informes sobre rendimiento de personal, de maquinaria, de materiales elementales, de precios auxiliares, etc. editadas por entidades profesionales de la Comunidad Autónoma con facultades para ello, de Organismos Nacionales o Internacionales de reconocida solvencia, etc., desestimando aquellos gastos imputables a la mala organización, improductividad o incompetencia de la Contrata.

A estos efectos, se considerarán los siguientes tipos de costes:

3.10.1. Costes directos

- a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención de riesgos laborales y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, de combustible, de energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

3.10.2. Costes indirectos

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, comedores, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos, evaluándose todos ellos en un porcentaje de los costes directos.

3.10.3. Gastos generales

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos

de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13% y un 17%).

A falta de convenio especial, los precios unitarios se descompondrán preceptivamente como sigue:

3.10.4. Materiales

Cada unidad de obra que se precise de cada uno de ellos, y su precio unitario respectivo de origen.

3.10.5. Mano de obra

Por categorías dentro de cada oficio, expresando el número de horas invertido por cada operario en la ejecución de cada unidad de obra, y los jornales horarios correspondientes.

3.10.6. Transportes de materiales

Desde el punto de origen al pie del tajo, expresando el precio del transporte por unidad de peso, de volumen o de número que la costumbre tenga establecidos en la localidad.

3.10.7. Tanto por ciento de medios auxiliares y de seguridad

Sobre la suma de los conceptos anteriores en las unidades de obra que los precisen.

3.10.8. Tanto por ciento de seguros y cargas fiscales

Vigentes sobre el importe de la mano de obra, especificando en documento aparte la cuantía de cada concepto del seguro, y de la carga.

3.10.9. Tanto por ciento de gastos generales y fiscales

Sobre la suma de los conceptos correspondientes a los apartados de materiales y mano de obra.

3.10.10. Tanto por ciento de beneficio industrial del contratista

Aplicado la suma total de los conceptos correspondientes a materiales, mano de obra, transportes de materiales, y los tantos por ciento aplicados en concepto de medios auxiliares y de seguridad y de Seguros y Cargas fiscales.

El Contratista deberá asimismo presentar una lista con los precios de jornales, de los materiales de origen, del transporte, los tantos por ciento que imputa cada uno de los Seguros, y las Cargas Sociales vigentes, y los conceptos y cuantías de las partidas que se incluyen en el concepto de Gastos Generales, todo ello referido a la fecha de la firma del contrato.

3.11. Precios e importes de ejecución material

Se entiende por precios de ejecución material, para cada unidad de obra, los resultantes de la suma de los costes directos más los costes indirectos, compuestos por los conceptos de: mano de obra, materiales, transportes, equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud, gastos de

combustibles, gastos de energía, gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos así como gastos de instalación de oficinas a pie de obra, de comunicaciones, de edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Estos precios no contemplan el Beneficio Industrial.

3.12. Precios e importes de ejecución por contrata

Se entenderá por precios de ejecución por Contrata, a la suma de los costes directos, los costes indirectos, los gastos generales y el beneficio Industrial, sobre el cual deberá aplicarse el

% de IGIC (Impuesto General Indirecto Canario) que corresponda, aunque este impuesto no forme parte del propio precio.

En el caso de que los trabajos a realizar en una obra se contratasen a tanto alzado, se entiende por precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra.

3.13. Gastos generales y fiscales

Se establecerán en un porcentaje calculado sobre los precios de ejecución material, como suma de conceptos tales como:

- Gastos de Dirección y Administración de la Contrata.
- Gastos de prueba y control de calidad.
- Gastos de Honorarios de la Dirección Técnica y Facultativa.
- Gastos Fiscales.

3.14. Gastos imprevistos

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones en la obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje de instalaciones, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2%) calculado sobre los precios de ejecución material.

3.15. Beneficio industrial

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista. En obras para las Administraciones éste se establecerá en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

3.16. Honorarios de la dirección técnica y facultativa

Dichos honorarios, serán por cuenta del Contratista, y se entenderán incluidos en el importe de los gastos generales, salvo que se especifique lo contrario en el contrato de adjudicación, o sean deducidos en la contratación. Tanto en lo referente a forma de abono como a la cuantía de los mismos, se estará a lo dispuesto en el Decreto 1998/1961 de 19 de octubre de 1961, las normas de aplicación de este decreto contenidas en la Orden de 9 diciembre 1961 y a la normativa del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Canarias.

3.17. Gastos por cuenta del contratista

Serán por cuenta del Contratista, entre otros, los gastos que a continuación se detallan:

3.17.1. Medios auxiliares

Serán por cuenta del Contratista los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesiten, no afectando por tanto a la Propiedad, cualquier responsabilidad que por avería o accidente personal pueda ocurrir en las obras por insuficiencia o mal uso de dichos medios auxiliares.

3.17.2. Abastecimiento de agua

Será por cuenta del Contratista, disponer de las medidas adecuadas para que se cuente en obra con el agua necesaria para el buen desarrollo de las obras.

3.17.3. Energía eléctrica

En caso de que fuese necesario el Contratista dispondrá los medios adecuados para producir la energía eléctrica en obra.

3.17.4. Vallado

Serán por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como las tasas y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejándolo todo en su estado primitivo.

3.17.5. Accesos

Serán por cuenta del Contratista de cuantos trabajos requieran los accesos para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar, al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados.

3.17.6. Materiales no utilizados

El Contratista, a su costa, transportará y colocará agrupándolos ordenadamente y en el sitio de la obra en que por no causar perjuicios a la marcha de los trabajos se le designe, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

3.17.7. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales y aparatos no fueran de calidad requerida o no estuviesen perfectamente reparados, la Dirección Facultativa dará orden al Contratista para que los reemplace por otros que se ajusten a las condiciones requeridas por los Pliegos. A falta de estas condiciones, primarán las órdenes de la Dirección Facultativa.

3.17.8. Ensayos y pruebas

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y de la Propiedad si el importe supera este porcentaje.

3.18. Precios contradictorios

Se originan precios contradictorios solamente cuando la Propiedad, a través del Ingeniero-Director, decida introducir nuevas unidades de obra o cambios en la calidad de alguna de las inicialmente acordadas, o cuando sea necesario afrontar circunstancias no previstas.

A falta de acuerdo y antes de iniciar la obra, los precios de unidades de obra así como los de materiales, equipos, o de mano de obra de trabajos que no figuren en los contratos, se fijarán contradictoriamente entre el Ingeniero-Director y el Contratista, o su representante expresamente autorizado a estos efectos, siempre que a juicio de ellos, dichas unidades no puedan incluirse en el dos por ciento (2%) de gastos imprevistos.

Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al Banco de Precios o Base de Datos de Unidades de obra de uso más frecuente en la Comunidad Autónoma oficialmente aprobado o adoptado por las diversas Administraciones.

El Contratista los presentará descompuestos, de acuerdo con lo establecido en el artículo correspondiente a la descomposición de los precios unitarios del presente Pliego, siendo condición necesaria la aprobación y presentación de estos precios antes de proceder a la ejecución de las unidades de obra.

De los precios así acordados, se levantará actas que firmarán por triplicado el Ingeniero-Director, la Propiedad y el Contratista o representantes autorizados a estos efectos por los últimos.

Los precios contradictorios que existieran quedarán siempre referidos a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.19. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Ingeniero-Director, usase materiales y/o equipos de mejor calidad que los señalados en el Proyecto, o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o en general introdujese en ésta, y sin ser solicitada, cualquier otra modificación que fuese beneficiosa, a juicio del Ingeniero-Director no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.20. Abono de las obras

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición periódica (según intervalo de tiempo que se acuerde) y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, tanto en las certificaciones como en la liquidación final, al precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el proyecto o bien siguiendo órdenes que, por escrito, haya entregado el Ingeniero-Director.

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el contrato suscrito entre el Contratista y el Propietario se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Arquitecto- Director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4º Por listas de salarios o jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el contrato suscrito entre el Contratista y la Propiedad determina.

5º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.21. Abono de trabajos presupuestados por partidaalzada

Las partidas alzadas, una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Salvo lo estipulado en el contrato entre el Contratista y la Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados por partidaalzada se efectuará de acuerdo con un procedimiento de entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales o semejantes, las presupuestadas mediante partidaalzada se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratos.
- Si no existen precios contratados, para unidades de obra iguales o semejantes, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, excepto en el caso de que en el presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Ingeniero-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el tanto por ciento correspondiente al Beneficio Industrial del Contratista.

3.22. Abonos de otros trabajos no contratados

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

3.23. Abono de trabajos efectuados en el periodo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá de la siguiente forma:

1. Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Ingeniero-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los

que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2. Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio o de sus instalaciones, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por la Propiedad, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
3. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.24. Obras no terminadas

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

3.25. Certificaciones

El Contratista tomará las disposiciones necesarias, para que periódicamente, según el intervalo de tiempo acordado en el contrato, lleguen a conocimiento del Ingeniero-Director las unidades de obra realizadas previa medición, quien tendrá la facultad de revisarlas sobre el propio terreno, al cual le facilita aquel, cuantos medios sean indispensables para llevar a buen término su cometido.

3.26. Demora en los pagos

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente a que corresponda el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de la cantidad pactada en el contrato suscrito con el Propietario, en concepto de intereses de demora durante el espacio del tiempo de retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del retraso del término de dicho plazo de un mes, sin realizarse el pago, tendrá derecho el Contratista a la rescisión unilateral del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato. Si la obrano está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el proyecto, alegando un retraso de los pagos.

3.27. Penalización económica al contratista por el incumplimiento de compromisos

Si el Contratista incumpliera con los plazos de ejecución de las obras estipulados en el contrato de adjudicación, y no justificara debidamente a juicio de la Dirección Técnica la dilación, la Propiedad podrá imponer las penalizaciones económicas acordadas.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje (tanto por mil) del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija con cargo a la fianza, sin perjuicio de las acciones legales que en tal sentido correspondan. Dicha indemnización, que deberá indicarse en el contrato suscrito entre Contratista y el Propietario, se establecerá por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra.

En el caso de no haberse estipulado en el contrato el plazo de ejecución de las obras, se entenderá como tal el que figura como suficiente en la memoria del proyecto.

Si tampoco se hubiera especificado la cuantía de las penalizaciones, las indemnizaciones por retraso en la terminación de las obras, se aplicarán por lo que esté estipulado a tal efecto en cualquiera de los siguientes casos, siendo el importe resultante descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

- Una cantidad fija durante el tiempo de retraso (por día natural, semana, mes, etc.) desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato.

- El importe de los alquileres que el Propietario dejase de percibir durante el plazo de retraso en la entrega de las obras, en las condiciones exigidas, siempre que se demostrase que los locales diversos están alquilados.
- El importe de la suma de perjuicios materiales causados por la imposibilidad de ocupación del inmueble, previamente fijados.
- El abono de un tanto por ciento anual sobre el importe del capital desembolsado a la terminación del plazo fijado y durante el tiempo que dure el retraso. La cuantía y el procedimiento a seguir para fijar el importe de la indemnización, entre los anteriores especificados, se convendrá expresamente entre ambas partes contratantes, antes de la firma del contrato.

3.28. Mejoras y aumentos

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero- Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales, aparatos y equipos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto a menos que el Ingeniero-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales, aparatos y equipos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de contratadas.

3.29. Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.30. Rescisión del contrato

Además de lo estipulado en el contrato de adjudicación y de lo recogido en el presente Pliego de Condiciones, la Propiedad podrá rescindir dicho Contrato en los siguientes casos:

- Cuando existan motivos suficientes, a juicio de la Dirección Técnica, para considerar que por incompetencia, incapacidad, desobediencia o mala voluntad del Contratista, sea necesaria tal medida al objeto de lograr con garantías la terminación de las obras.
- Cuando el Contratista haga caso omiso de las obligaciones contraídas en lo referente a plazos de terminación de obras.

Todo ello sin perjuicio de las penalizaciones económicas figuradas en el artículo 3.24.

3.31. Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tenga por contratar los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, tal y como el resto de los trabajos de la obra.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para finalidades distintas a la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda rescindir el Contrato, con devolución de fianza, abonos completos de gastos, materiales acopiados, etc., incluyendo una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro que no se le hubiese abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados, a tales efectos, por el Ingeniero-Director de la obra.

En las obras de rehabilitación, reforma o reparación, se fijará previamente la porción o parte de ésta que debe ser asegurada, así como su cuantía o importe, y si nada se prevé al respecto, se entenderá que el seguro comprenderá toda la parte de la edificación afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el apartado 3.35 del presente pliego, en base al Art. 19 de la L.O.E.

3.32. Conservación de las obras

Si el Contratista, siendo su obligación, no atendiese la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en caso de que no estén siendo éstas ocupadas por parte del Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero-Director procederá a disponer todo lo que sea preciso para que se atienda la guarda o custodia, la limpieza y todo lo que fuese necesario para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar las obras el Contratista, bien sea por buena terminación de las mismas como en el caso de rescisión del Contrato, está obligado a dejar libre de ocupación y limpias éstas en el plazo que el Ingeniero-Director estime oportuno. Después de la recepción provisional de las obras y en el caso de que su conservación corra por cuenta del Contratista, no deberá haber en las mismas más herramientas, útiles, materiales, mobiliario, etc., que los indispensables para sugarda y custodia, limpieza o para los trabajos que fuesen necesarios ejecutar.

En cualquier circunstancia, el Contratista estará obligado a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía expresado, procediendo de la forma que prevé el presente Pliego de Condiciones.

3.33. Uso por el contratista de la edificación o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios, instalaciones o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.34. Pago de arbitrios e impuestos

El pago de impuestos, cánones, tasas y arbitrios en general, municipales, insulares o de otro origen, sobre vallas, ocupación de la vía, carga y descarga de materiales, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista, siempre que en las condiciones particulares del proyecto no se estipule lo contrario.

3.35. Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción y montaje de instalaciones

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (Apartado C) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según contempla su disposición adicional segunda, teniendo como referente a las siguientes garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras e instalaciones, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

4. Condiciones de índole legal

4.1. Documentos del proyecto

El presente proyecto consta de los siguientes documentos:

- Memoria Descriptiva y Anexos de cálculo.
- Planos.
- Pliego General de Condiciones.
- Pliegos de Condiciones Técnicas.
- Mediciones y Presupuesto.

En las obras y proyectos de instalaciones que así lo requieran:

- Estudio de Seguridad y Salud.
- Proyecto de control de la edificación.

4.2. Plan de obra

El Plan detallado de obra será realizado conforme se indicó en las Condiciones Facultativas del presente Pliego de Condiciones, y en él se recogerán los tiempos y finalizaciones establecidas en el contrato, siendo completado con todo detalle, indicando las fechas de iniciación previstas para cada una de las partes en las que se divide el trabajo, adaptándose con la mayor exactitud al Pert detallado, diagrama de Gant o cualquier otro sistema válido de control establecido. Este documento será vinculante.

4.3. Planos

Son los citados en la lista de Planos del presente proyecto, y los que se suministrarán durante el transcurso de la obra por la Dirección Técnica y Facultativa, que tendrán la misma consideración.

4.4. Especificaciones

Son las que figuran en la Memoria Descriptiva y en los Pliegos de Condiciones Técnicas, así como las condiciones generales del contrato, juntamente con las modificaciones del mismo y los apéndices adosados a ellas, como conjunto de documentos legales.

4.5. Objeto de los planos y especificaciones

Es el objeto de los planos y especificaciones mostrar al Contratista el tipo, calidad y cuantía del trabajo a realizar y que fundamentalmente consistirá en el suministro de toda la mano de obra, material fungible, equipos y medios de montaje necesarios para la apropiada ejecución del trabajo, mientras específicamente no se indique lo contrario. El Contratista realizará todo el trabajo indicado en los planos y descrito en las especificaciones así como todos los trabajos considerados como necesarios para completar la realización de las obras de manera aceptable, con la calidad que le fuere exigida y consistente, y a los precios ofertados.

4.6. Divergencias entre los planos y especificaciones

Si existieran divergencias entre los planos y las especificaciones, regirán los requerimientos de éstas últimas y en todo caso, la aclaración que al respecto facilite el Ingeniero-Director.

4.7. Errores en los planos y especificaciones

Cualquier error u omisión de importancia en los planos y especificaciones será comunicado inmediatamente al Ingeniero-Director que lo corregirá o aclarará con la mayor brevedad y por escrito, si fuese necesario. Cualquier trabajo hecho por el Contratista, tras el descubrimiento de tales discrepancias, errores u omisiones, se hará por cuenta y riesgo de éste.

4.8. Adecuación de planos y especificaciones

La responsabilidad por la adecuación del diseño y por la insuficiencia de los planos y especificaciones se establecerá a cargo del Propietario. Entre los planos y especificaciones se establecerán todos los requisitos necesarios para la realización de los trabajos objeto del Contrato.

4.9. Instrucciones adicionales

Durante el proceso de realización de las obras y montaje de las instalaciones, el Ingeniero- Director podrá dar instrucciones adicionales por medio de dibujos, esquemas o notas que aclaren con detalle cualquier dato confuso de los planos y especificaciones. Podrá facilitar, de igual modo, instrucciones adicionales necesarias para explicar o ilustrar los cambios en el trabajo que tuvieran que realizarse.

Asimismo, el Ingeniero-Director, o la Propiedad a través del Ingeniero-Director, podrán remitir al Contratista notificaciones escritas ordenando modificaciones, plazos de ejecución, cambios en el trabajo, etc. El

Contratista deberá ceñirse estrictamente a lo indicado en dichas órdenes. En ningún caso el Contratista podrá negarse a firmar el enterado de una orden o notificación. Si estimara oportuno efectuar alguna reclamación contra ella, deberá formularla por escrito al Ingeniero- Director, o a la Propiedad a través de escrito al Ingeniero-Director; dentro del plazo de diez (10) días de haber recibido la orden o notificación. Dicha reclamación no lo exime de la obligación de cumplir lo indicado en la orden, aunque al ser estudiada por el Ingeniero-Director pudiera dar lugar a alguna compensación económica o a una prolongación del tiempo de finalización.

4.10. Copias de los planos para realización de los trabajos

A la iniciación de las obras y durante el transcurso de las mismas, se entregará al Contratista, sin cargo alguno, dos copias de cada uno de los planos necesarios para la ejecución de las obras.

La entrega de planos se efectuará mediante envíos parciales con la suficiente antelación sobre sus fechas de utilización.

4.11. Propiedad de los planos y especificaciones

Todos los planos y especificaciones y otros datos preparados por el Ingeniero- Director y entregados al Contratista pertenecerán a la Propiedad y al Ingeniero- Director, y no podrán utilizarse en otras obras.

4.12. Contrato

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras, que podrá contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

4.12.1. Por tanto alzado

Comprenderá la ejecución de toda parte de la obra, con sujeción estricta a todos los documentos del proyecto y en cifra fija.

4.12.2. Por unidades de obra ejecutadas

Asimismo, con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.

4.12.3. Por administración directa o indirecta

Con arreglo a los documentos del proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.

4.12.4. Por contrato de mano de obra

Siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares en condiciones idénticas a las anteriores.

En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no la subcontratación y los trabajos que puedan ser de adjudicación directa por parte del Ingeniero-Director a casas especializadas.

4.13. Contratos separados

El Propietario puede realizar otros contratos en relación con el trabajo del Contratista. El Contratista cooperará con estos otros respecto al almacenamiento de materiales y realización de su trabajo. Será

responsabilidad del Contratista inspeccionar los trabajos de otros contratistas que puedan afectar al suyo y comunicar al Ingeniero-Director cualquier irregularidad que no lo permitiera finalizar su trabajo de forma satisfactoria.

La omisión de notificar al Ingeniero-Director estas anomalías indicará que el trabajo de otros Contratistas se ha realizado satisfactoriamente.

4.14. Subcontratos

Cuando sea solicitado por el Ingeniero-Director, el Contratista someterá por escrito para su aprobación los nombres de los subcontratistas propuestos para los trabajos. El Contratista será responsable ante la Propiedad de los actos y omisiones de los subcontratistas y de las acciones de sus empleados, en la misma medida que de los suyos propios. Los documentos del contrato no están redactados para crear cualquier reclamación contractual entre Subcontratista y Propietario.

4.15. Adjudicación

La adjudicación de las obras se efectuará mediante una de las tres siguientes modalidades:

- Subasta pública o privada.
- Concurso público o privado.
- Adjudicación directa o de libre adjudicación.

En el primer caso, será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado con los documentos del proyecto.

En el segundo caso, la adjudicación será por libre elección.

4.16. Subastas y concursos

Las subastas y concursos se celebrarán en el lugar que previamente señalen las Condiciones Particulares de Índole Legal de la presente obra, debiendo figurar imprescindiblemente la Dirección Facultativa o persona delegada, que presidirá la apertura de plicas, encontrándose también presentes en el acto un representante de la Propiedad y un delegado de los concursantes.

4.17. Formación del contrato

El Contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad con el Pliego General de Condiciones que ha de regir la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que consigue la Contrata.

4.18. Responsabilidad del contratista

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y la reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero- Director haya examinado y reconocido la realización de las obras durante la ejecución de las mismas, ni el que hayan sido abonadas liquidaciones parciales.

El Contratista se compromete a facilitar y hacer utilizar a sus empleados todos los medios de protección personal o colectiva, que la naturaleza de los trabajos exija.

De igual manera, aceptará la inspección del Ingeniero-Director en cuanto a Seguridad y Salud se refiere y se obliga a corregir, con carácter inmediato, los defectos que se encuentren al efecto, pudiendo el Ingeniero-Director en caso necesario paralizar los trabajos hasta tanto se hayan subsanado los defectos, corriendo por cuenta del Contratista las pérdidas que se originen.

4.19. Trabajos durante una emergencia

En caso de una emergencia el Contratista realizará cualquier trabajo o instalará los materiales y equipos necesarios.

Tan pronto como sea posible, comunicará al Ingeniero-Director cualquier tipo de emergencia, pero no esperará instrucciones para proceder a proteger adecuadamente vidas y propiedades.

4.20. Suspensión del trabajo por el propietario

El trabajo o cualquier parte del mismo podrán ser suspendidos por el Propietario en cualquier momento previa notificación por escrito con cinco (5) días de antelación a la fecha prevista de reanudación del trabajo.

El Contratista reanudará el trabajo según notificación por escrito del Propietario, a través del Ingeniero-Director, y dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha de la notificación escrita de reanudación de los trabajos.

Si el Propietario notificase la suspensión definitiva de una parte del trabajo, el Contratista podrá abandonar la porción del trabajo así suspendida y tendrá derecho a la indemnización correspondiente.

4.21. Derecho del propietario a rescisión del contrato

El Propietario podrá rescindir el Contrato de ejecución en los casos escogidos en el capítulo correspondiente a las Condiciones de Índole Económica. y en cualquiera de los siguientes:

- Se declare en bancarrota o insolvencia.
- Desestime o viole cláusulas importantes de los documentos del contrato o instrucciones del Ingeniero-Director, o deje proseguir el trabajo de acuerdo con lo convenido en el Plande obra.
- Deje de proveer un representante cualificado, trabajadores o subcontratistas competentes, o materiales apropiados, o deje de efectuar el pago de sus obligaciones con ello.

4.22. Forma de rescisión del contrato por parte de la propiedad

Después de diez (10) días de haber enviado notificación escrita al Contratista de su intención de rescindir el contrato, el Propietario tomará posesión del trabajo, de todos los materiales, herramientas y equipos aunque sea propiedad de la Contrata y podrá finalizar el trabajo por cualquier medio y método que elija.

4.23. Derechos del contratista para cancelar el contrato

El Contratista podrá suspender el trabajo o cancelar el contrato después de diez (10) días de la notificación al Propietario y al Ingeniero-Director de su intención, en el caso de que por orden de cualquier tribunal u otra autoridad se produzca una parada o suspensión del trabajo por un período de noventa (90) días seguidos y por causas no imputables al Contratista o a sus empleados.

4.24. Causas de rescisión del contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato, las que a continuación se detallan:

- La muerte o incapacitación del Contratista.

- La quiebra del Contratista.

En estos dos casos, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que este último caso tengan derecho aquellos a indemnización alguna.

- Alteraciones del contrato por las siguientes causas:

1. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero-Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones represente en más o menos el veinticinco por ciento (25%), como mínimo, del importe de aquel.
2. La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones representen variaciones, en más o menos, del cuarenta por ciento (40%) como mínimo de alguna de las unidades que figuren en las mediciones del proyecto, o más del cincuenta por ciento (50%) de unidades del proyecto modificadas.
 - La suspensión de obra comenzada, y en todo caso, siempre que por causas ajenas a la Contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
 - La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
 - El no dar comienzo la Contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
 - El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido a mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
 - La terminación del plazo de la obra sin causa justificada.
 - El abandono de la obra sin causa justificada.

- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

4.25. Devolución de la fianza

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación parcial, no será devuelta hasta pasado los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

4.26. Plazo de entrega de las obras

El plazo de ejecución de las obras será el estipulado en el Contrato firmado a tal efecto entre el Propietario y el Contratista. En caso contrario será el especificado en el documento de la memoria descriptiva del presente proyecto.

4.27. Daños a terceros

El Contratista será responsable de todos los accidentes por inexperiencia o descuidos que sobrevinieran, tanto en las edificaciones e instalaciones, como en las parcelas contiguas en donde se ejecuten las obras. Será, por tanto, por cuenta suya el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiera lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de dichas obras.

4.28. Policía de obra

Serán de cargo y por cuenta del Contratista, el vallado y la policía o guarda de las obras, así como el cuidado de la conservación de sus líneas de lindero, así como vigilará que durante las obras no se realicen actos que mermen o modifiquen la Propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero- Director.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en donde se realice la obra.

4.29. Accidentes de trabajo

En caso de accidentes de trabajo ocurrido a los operarios, con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos efectos en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidades en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud en las obras que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a los obreros o los vigilantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

Igualmente, el Contratista se compromete a facilitar cuantos datos se estimen necesarios a petición del Ingeniero-Director sobre los accidentes ocurridos, así como las medidas que se han adoptado para la instrucción del personal y demás medios preventivos.

De los accidentes y perjuicios de todo género que pudiera acaecer o sobrevenir, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, será éste el único responsable o sus representantes en la obra.

Será preceptivo que figure en el “Tablón de Anuncios” de la obra, durante todo el tiempo que ésta dure, el presente artículo del Pliego General de Condiciones, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero-Director.

4.30. Régimen jurídico

El adjudicatario, queda sujeto a la legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de obra, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no queden reguladas por la expresa legislación civil, ni mercantil, ni por el contrato) las normas que rigen para la ejecución de las obras del Estado.

Fuera de la competencia y decisiones que, en lo técnico, se atribuyan a la Dirección Facultativa, en lo demás procurará que las dudas a diferencia suscitadas, por la aplicación, interpretación o resolución del contrato se resuelvan mediante negociación de las partes respectivamente asistidas de personas cualificadas al efecto. De no haber concordancia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres, uno para cada parte y un tercero nombrado de común acuerdo entre ellos.

4.31. Seguridad Social

Además de lo establecido en el capítulo de condiciones de índole económica, el Contratista está obligado a cumplir con todo lo legislado sobre Seguridad Social, teniendo siempre a disposición del Propietario o del Ingeniero-Director todos los documentos de tal cumplimiento, haciendo extensiva esta obligación a cualquier subcontratista que de él dependiese.

4.32. Responsabilidad Civil

El Contratista deberá tener cubierta la responsabilidad civil en que pueda incurrir cada uno de sus empleados y subcontratistas dependientes del mismo, extremo que deberá acreditar ante el Propietario, dejando siempre exento al mismo y al Ingeniero-Director de cualquier reclamación que se pudiera originar.

En caso de accidentes ocurridos con motivo de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en estos casos por la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad y salud que las disposiciones vigentes preceptúan para evitar en lo posible accidentes a los operarios o a los viandantes, en todos los lugares peligrosos de la obra.

Asimismo, el Contratista será responsable de todos los daños que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la zona donde se llevan a cabo las obras, como en las zonas contiguas. Será por tanto, de su cuenta, el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere

lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

4.33. Impuestos

Será de cuenta del Contratista el abono de todos los gastos e impuestos ocasionados por la elevación a documento público del contrato privado, firmado entre el Propietario y el Contratista; siendo por parte del Propietario el abono de las licencias y autorizaciones administrativas para el comienzo de las obras.

4.34. Disposiciones legales y permisos

El Contratista observará todas las ordenanzas, leyes, reglas, regulaciones estatales, provinciales y municipales, incluyendo sin limitación las relativas a salarios y Seguridad Social.

El Contratista se procurará de todos los permisos, licencias e inspecciones necesarias para el inicio de las obras, siendo abonadas por la Propiedad.

El Contratista una vez finalizadas las obras y realizada la recepción provisional tramitará las correspondientes autorizaciones de puesta en marcha, siendo de su cuenta los gastos que ello ocasione.

El Contratista responde, como patrono legal, del cumplimiento de todas las leyes y disposiciones vigentes en materia laboral, cumpliendo además con lo que el Ingeniero-Director le ordene para la seguridad y salud de los operarios y viandantes e instalaciones, sin que la falta de tales órdenes por

escrito lo eximan de las responsabilidades que, como patrono legal, corresponden exclusivamente al Contratista.

4.35. Hallazgos

El Propietario se reserva la posesión de las sustancias minerales utilizables, o cualquier otro elemento de interés, que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en su terreno de edificación.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

1. Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

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

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

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

2. Generalidades

Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.

Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.

En todo caso serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- **Ley 54/1997**, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- **Norma UNE-EN 62466**: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- **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.
- **Resolución de 31 de mayo de 2001** por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 661/2007**, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **Real Decreto 1110/2007**, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- **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.

3. Definiciones

3.1. Radiación solar

Radiación solar

Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia

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

Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

3.2. Instalación

Instalaciones fotovoltaicas

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

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica

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

Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

3.3. Módulos

Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

Módulo o panel fotovoltaico

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

Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

TONC

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

3.4. Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos

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

Revestimiento

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

Cerramiento

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

Elementos de sombreado

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

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

4. Componentes y materiales

4.1. Generalidades

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

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

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

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

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

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

4.2. Sistemas generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre.

Cualificación del diseño y homologación.

- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

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

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del ± 3 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

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

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

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

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

4.3. Estructura soporte

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

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

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

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma

que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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

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

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

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

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.

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

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

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

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

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

4.4. Inversores

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

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

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

- No funcionarán en isla o modo aislado.

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

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

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

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

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

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

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

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

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

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

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

4.5. Cableado

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

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,00 %.

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

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

4.6. Medidas de seguridad

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

5. Recepción y pruebas

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

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

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

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

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

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

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

6. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

6.1. Generalidades

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

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

6.2. Programa de mantenimiento

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

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

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

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

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

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

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

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

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

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

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

6.3. Garantías

6.3.1. Ámbito general de la garantía

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

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia 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.

6.3.2. Plazos

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años. La garantía del rendimiento de la instalación será por 25 años.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que

el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

6.3.3. Condiciones económicas

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

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

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

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

6.3.4. Anulación de la garantía

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

6.3.5. Lugar y tiempo de la prestación

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

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

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

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES EN BAJA TENSIÓN

1. Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones Eléctricas Interiores en Baja Tensión, 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, así como la Orden de 16 de Abril de 201, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito 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 la Dirección Facultativa 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 y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de Instalaciones eléctricas interiores en Baja Tensión reguladas 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 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.

3. Normativa de aplicación

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la instalación eléctrica interior en BT, las siguientes normas y reglamentos:

- 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 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 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios.
- 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 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Ordenanzas Municipales del municipio en cuestión.
- 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.

4. Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos

4.1. Definición y clasificación de las Instalaciones eléctricas

Según el artículo 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 dicho artículo, se especifica que la instalación de baja tensión es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1 \text{ kV}$).

4.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores.
- Cuadros eléctricos.
- Dispositivos de protección eléctrica.
- Canalizaciones subterráneas.
- Zanjas.
- Protecciones mecánicas.

4.3. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman la instalación eléctrica

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.

Las indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores y mecanismos

- Identificación, según especificaciones de proyecto.
- Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT).
- Año de fabricación y características, según Normas UNE.

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.

4.4. 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, además de cumplir con lo establecido en las Normas UNE.

Estos serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados, excepto cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como se indica en la ITC-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 que le sea de aplicación 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.

4.5. Conductores de protección

Los conductores de protección tendrán las mismas características que los conductores activos, mientras que los conductores de la red de tierra serán de cobre electrolítico desnudo. Su sección vendrá determinada por los valores de la Tabla 3 de la ITC-BT-19.

En su instalación o montaje se tendrá en cuenta:

- Cuando coexistan distintos sistemas de protección próximos se empleará para cada uno de ellos un conductor de protección distinto. Los pasos a través de paredes y techos estarán protegidos por tubos de adecuada resistencia mecánica, según ITC-BT-21 del REBT.
- Se prohíbe la utilización de un conductor de protección común para instalaciones de tensiones nominales diferentes.
- Si los conductores activos están dentro de una envolvente común, se podrá incluir en la

misma el conductor de protección, siempre y cuando dispongan del mismo sistema de aislamiento. En la situación de montaje exterior, el conductor de protección adoptará el mismo recorrido que la envolvente.

- Si se trata de una canalización móvil, todos los conductores, incluyendo el de protección, obligatoriamente irán por la misma canalización.
- Estos conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos y químicos, especialmente en los pasos a través de los elementos de la construcción, adoptándose las precauciones necesarias para evitar deterioros causados por

efectos electroquímicos cuando se trate de conexiones realizadas con distintos materiales (cobre-aluminio).

- Su conexión se realizará por medio de uniones soldadas sin empleo de ácidos o mediante piezas de conexión de apriete por rosca, siendo accesibles para inspección y ensayo. Dichas piezas estarán fabricadas en material inoxidable.
- Si la canalización incluye conductores con aislamiento mineral, su cubierta podrá utilizarse como conductor de protección de los correspondientes circuitos, siempre y cuando se garantice su continuidad eléctrica y como mínimo igual a la que resulte de aplicar la Norma UE 20.460-5-54, apartado 543.

4.6. 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, negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

4.7. 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, curables, flexibles o enterrados, según 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 separados 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.

4.8. Canalizaciones

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 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 paralelas 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.

4.9. Cuadros eléctricos

Se emplearán los descritos en la memoria y en el presupuesto del presente proyecto y estarán contruidos con materiales adecuados no inflamables y en función de la tarifa a aplicar, estará convenientemente dotado de los mecanismos de control necesarios por exigencia de su aplicación.

Su envolvente se ajustará a las Normas UEN 20.451, y UNE –EN 60.439 -3, con un grado de protección IP30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102.

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.

4.10. Aparata eléctrica

Todos los aparatos de maniobra, protección y medida serán procedentes de firmas de reconocida solvencia y homologados, no debiendo ser instalados sin haber sido examinados previamente por la Dirección Facultativa, quien podrá rechazarlos, si a su juicio no reúnen las debidas condiciones de calidad y sin que la empresa instaladora autorizada o Contratista tenga por ello derecho a indemnización alguna.

4.11. Interruptores automáticos

Los interruptores serán de corte omnipolar, con la topología, denominación y características establecidas en la memoria y en los esquemas unifilares del presente proyecto, pudiendo ser sustituidos por otros, de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

En cualquier caso, queda terminantemente prohibida la sustitución de alguna de las protecciones señaladas en los esquemas eléctricos y documentos del presente proyecto, salvo autorización expresa y por escrito del Ingeniero-director, por no existir un tipo determinado en el mercado.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su

instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la ITC-24 del REBT.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos por las normas UNE para este tipo de material.

4.12. Circuito o instalación de puesta a tierra

Estará formado por un circuito cuyas características, forma y lugar de su instalación seguirán estrictamente lo descrito en la memoria y demás documentos del presente proyecto, los cuales son acorde, en todo momento, con las prescripciones establecidas en las Instrucciones ITC-BT 18 e ITC-BT-26 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

5. Condiciones de la ejecución o montaje de la instalación

5.1. Condiciones 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.

5.2. Preparación del soporte de la instalación eléctrica

El soporte estará constituido por los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o empotrada.

En el caso de instalación vista, esta se fijará con tacos y tornillos a paredes y techos, utilizando como aislante protector de los conductores tubos, bandejas o canaletas.

Para la instalación empotrada los tubos flexibles de protección se dispondrán en el interior de rozas practicadas a los tabiques. Las rozas no tendrán una profundidad mayor de 4cm sobre ladrillo macizo y de un canuto sobre el ladrillo hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad.

Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así tendrá una longitud máxima de 100 cm. Cuando se realicen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm.

Se colocarán registros con una distancia máxima de 15 m. Las rozas verticales se separarán de los cercos y premarcos al menos 20cm y cuando se dispongan rozas por dos caras de paramento la distancia entre dos paralelas será como mínimo de 50cm, y su profundidad de 4cm para ladrillo

macizo y 1 canuto para hueco, el ancho no será superior a dos veces su profundidad.

Si el montaje fuera superficial el recorrido de los tubos, de aislante rígido, se sujetará mediante grapas y las uniones de conductores se realizarán en cajas de derivación igual que en la instalación empotrada.

Se realizará la conexión de los conductores a las regletas, mecanismos y equipos.

Se ejecutará la instalación interior, la cual, si es empotrada, se realizarán, rozas siguiendo un recorrido horizontal y vertical y en el interior de las mismas se alojarán los tubos de aislante flexible.

5.3. Comprobaciones iniciales

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación eléctrica de baja tensión coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa. Se marcarán, por instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, los diversos componentes de la instalación, como tomas de corriente, puntos de luz, canalizaciones, cajas.

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.

5.4. Fases de la ejecución

5.4.1. Cuadros eléctricos

La altura de montaje a la cual se situarán estos, medida desde el nivel del suelo, se sitúa entre 1,4m y 2m., para viviendas. En el caso de locales comerciales, la altura mínima de montaje es de 1,0 m. En industrias, estará entre 1 y 2m.

En locales de pública concurrencia se adoptarán las medidas necesarias para que estos dispositivos no sean accesibles al público.

5.4.2. Canalizaciones

En caso de proximidad de canalizaciones con otras no eléctricas se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por unas distancias convenientes o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas solo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que puedan presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debido a la proximidad con una conducción de fluido caliente.
 - La condensación.
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar la evacuación.
 - La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo.
 - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable.
 - La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto.

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

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso solo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento

de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

5.4.3. Instalación de las lámparas

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos de la ITC-BT-24 del REBT.

En instalaciones especiales se alimentarán las lámparas portátiles con tensiones de seguridad de 24V, excepto si son alimentados por medio de transformadores de separación. Cuando se emplean muy bajas tensiones de alimentación (12 V) se preverá la utilización de transformadores adecuados.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV, se aplicará lo dispuesto en la Norma UNE correspondiente.

5.4.4. 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.

5.4.5. Instalación de puesta a tierra

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

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

Las disposiciones de puesta a tierra pueden ser utilizadas a la vez o separadamente, por razones de protección o razones funcionales, según las prescripciones de la instalación.

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

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.
- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: barras, tubos; pletinas, conductores desnudos; placas; anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.
- Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2.
- El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.
- Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

- Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.
- Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva pueden ser utilizadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.
- La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.
- Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.
- Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.
- Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.
- El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.
- El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a: 24 V en local o emplazamiento conductor y 50 V en los demás casos.
- La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta

resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

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

Las rozas quedarán cubiertas de mortero o yeso, y enrasadas con el resto de la pared.

Terminada la instalación eléctrica interior, 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.

- a) Instalación general del edificio

Líneas repartidoras

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tipo de tubo. Diámetro y fijación en trayectos horizontales. Sección de los conductores.
- Dimensión de patinillo para líneas repartidoras. Registros, dimensiones.
- Número, situación, fijación de pletinas y placas cortafuegos en patinillos de líneas repartidoras.

Canalizaciones de servicios generales

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Patinillos para servicios generales: dimensiones. Registros, dimensiones. Número, situación y fijación de pletinas, placas cortafuegos y cajas de derivación.
- Líneas de fuerza motriz, de alumbrado auxiliar y generales de alumbrado: tipo de tubo protector, sección. Fijación. Sección de conductores.

Tubo de alimentación y grupo de presión

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tubo de igual diámetro que el de la línea general, a ser posible aéreo.

b) Instalación interior del edificio

Cuadro General de Baja Tensión

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Situación, adosado de la tapa. Conexiones. Identificación de conductores.

Mecanismos

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Número, tipo y situación. Conexiones. Fijación al paramento.

c) Pruebas de servicio

Resistencia al aislamiento

Unidad y frecuencia de inspección: una por instalación.

- De conductores entre fases (sí es trifásica o bifásica), entre fases y neutro y entre fase tierra.

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 ayudas de albañilería cuando existan.

El resto de los elementos de la instalación:

- Por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.
- Por unidades de tomas de corriente y de puntos de luz incluyendo partes proporcionales de conductores, tubos, cajas y mecanismos.

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 algún punto de la instalación 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 que se indican a continuación:

- Caída de tensión: con todos los puntos de consumo de cada cuadro ya conectado, se medirá la tensión en la acometida y en los extremos de los diversos circuitos. La caída de tensión en cada circuito no será superior al 4,5% si se trata de alumbrado y el 6,5% si se trata de fuerza, de la tensión existente en el orden de la instalación.
- 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.
- 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.
- Equilibrio entre fases: se medirán las intensidades en cada una de las fases, debiendo existir el máximo equilibrio posible entre ellas.
- Identificación de las fases: se comprobará que en el cuadro de mando y en todos aquellos en que se realicen conexiones, los conductores de las diversas fases y el neutro serán fácilmente identificables por el color.
- Medidas de iluminación: la medida de iluminación media y del coeficiente de uniformidad constituye el índice práctico fundamental de calidad de la instalación de alumbrado; por ello será totalmente inadmisibles recibirla sin haber comprobado previamente que la iluminación alcanza los niveles previstos y la uniformidad exigible.
- La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación se indicarán en un plano, el cual se incluirá como anexo al Acta de Recepción Provisional.
- Medición de los niveles de aislamiento de la instalación de puesta a tierra con un óhmetro previamente calibrado, la Dirección Facultativa verificará 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 interiores 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 periodos 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 auto mantenimiento 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 auto mantenimiento 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 auto mantenimiento.

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.

8.1. Conservación

Cuadro General de Baja Tensión

Cada año se comprobará el funcionamiento de todos los interruptores del cuadro y cada dos se realizará por personal especializado una revisión general, comprobando el estado del cuadro, los mecanismos alojados y conexiones.

Instalación interior

Cada 5 años, revisar la rigidez dieléctrica entre los conductores.

Redes de puesta a tierra de protección y de los instrumentos

Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra y se repararán los defectos encontrados.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado, incluso tomas de corriente, mecanismos interiores.

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.

9. Inspecciones periódicas

Las inspecciones periódicas sobre las Instalaciones eléctricas son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Las sucesivas inspecciones tendrán una periodicidad de 5 años.

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.

Cuando coincidan las inspecciones de las distintas instalaciones, 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 instalaciones de baja tensión

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 ITC-BT-5 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.

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.

9.5. 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, 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.

9.6. 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

El titular, con la documentación justificativa que le fuere requerida por la Administración competente, deberá demostrar la disponibilidad de los terrenos o, en su caso, formular una declaración jurada en la que manifieste disponer de los permisos de paso y servidumbre de los particulares afectados en la realización de la instalación eléctrica, identificando a los mismos e incluyendo también a aquellos con los que no ha convenido tales permisos, en los términos definidos en el Anexo I del Decreto 161/2006.

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.

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.

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 (Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias), 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. Tendrá obligación de extender un Certificado de Instalación (según modelo oficial) y un anexo de información (o manual de información e instrucciones) por cada instalación que ejecute, ya sea nueva o reformada una existente.

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 auto mantenimiento, tendrá las siguientes obligaciones, sin perjuicio de las que establezcan otras legislaciones:

-
- Mantener permanentemente las instalaciones en adecuado estado de seguridad y funcionamiento.
 - 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.
 - 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 a la Dirección General de Industria y Energía del Gobierno de Canarias, 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

Un OCA es aquella entidad que realiza el ámbito reglamentario en materia de seguridad industrial, actividades de certificación, ensayo, inspección o auditoria, en base a lo definido en el artículo 41 del Reglamento de las Infraestructuras para la Calidad y la Seguridad Industrial aprobado por Real Decreto 2.200/1995, de 28 de diciembre, autorizada en el campo de las instalaciones eléctricas e inscrita en el Registro Especial de esta Comunidad Autónoma.

En Santa Cruz de Tenerife, a 02 de 07 de 2023

La Ingeniera Técnico Industrial

D^a Elena Pérez Alonso

ESCUELA DE DOCTORADO Y ESTUDIOS DE POSGRADO

Máster en Ingeniería Industrial

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**DISEÑO DE UNA PLANTA DE
GENERACIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA
UNA INDUSTRIA EN CANARIAS**

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Autora:

Elena Pérez Alonso

Tutor:

José Francisco Gómez González



ÍNDICE

1. Cuadro de precios 1
2. Cuadro de precios 2
3. Presupuesto

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 EQUIPOS Y MATERIALES SISTEMA FOTOVOLTAICO 1.1 EQUIPOS Ud Suministro de módulo solar fotovoltaico de células monocristalinas LONGI SOLAR. Potencia máxima (Wp) 550W, compuesto por células monocristalinas de alto rendimiento, con las siguientes características técnicas : tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,80V, Intensidad de cortocircuito (Isc)13,98A, eficiencia 21,5%: Panel Fotovoltaico de 35 mm, dimensiones 2256x1133x35mm, peso de 27,2 Kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	264,74	DOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
	Ud Inversor Huawei, SUN2000-50KTL-M3, Smart PV Controller, voltaje de entrada máximo 1100V, intensidad máxima por MPPT 30A, Potencia de salida 50KW, Intensidad máxima de salida 72,2 A a 400Vac, eficiencia máxima 98,5%, dimensiones 640x530x270 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	4.930,18	CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
	1.2 MATERIALES Ud Soporte para módulo solar fotovoltaico EnnovaBloc 20°R, de la firma Ennova, de hormigón, de 1.165x660x100 mm, de ángulo de inclinación entre 20°, de 84 kg de peso, se incluye p/p accesorios de nivelación y fijación, p/p de trabajos de nivelación. Incluye: Replanteo. Colocación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	51,17	CINCUENTA Y UN EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
	2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS 2.1 CORRIENTE CONTINUA		

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.1.1	m Línea de distribución eléctrica, en instalación exterior, formada por conductores de cobre, corriente continua (positivo + negativo + tierra) Conductor cobre H1Z2Z2-K, 1,0/1,0 kV (1,2/1,2kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.), Eca, unipolar 6 mm², fijado a bandeja (no incluida), incluso p.p. de cajas de registro, elementos de elevación y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.	13,06	TRECE EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
2.1.2	m Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x100 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66101/66100, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada en huecos de construcción, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.	24,77	VEINTICUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.1.3	m Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x200 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66201/66200, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada sobre pared o en cubierta, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.	35,64	TREINTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
2.1.4	ud Cuadro protección corriente continua número 1, instalación en superficie, para proteger eléctricamente los módulos de fotovoltaicos de posible sobreintensidades y sobretensiones. Cuenta con protección IP 41, clase II y está equipado con puerta frontal lisa de 570x956x191 (ancho x alto x fondo), de 5 filas de 24 módulos, compuesto por: 24 unidades bases portafusibles 1000V DC, 24 unidades fusibles de clase gPV 25A 1000V DC, 12 unidades seccionador DC, 12 unidades de protector sobretensiones DC, y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.	5.445,43	CINCO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
2.1.5	ud Cuadro protección corriente continua número 2, instalación en superficie, para proteger eléctricamente los módulos de fotovoltaicos de posible sobreintensidades y sobretensiones. Cuenta con protección IP 41, clase II y está equipado con puerta frontal lisa de 570x1.256x191 (ancho x alto x fondo), de 7 filas de 24 módulos, compuesto por: 36 unidades bases portafusibles 1000V DC, 36 unidades fusibles de clase gPV 25A 1000V DC, 18 unidades seccionador DC, 18 unidades de protector sobretensiones DC, y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.	8.001,85	OCHO MIL UN EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
	2.2 CORRIENTE ALTERNA		

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.2.1	m Línea de distribución eléctrica, en instalación interior, formada por conductores de cobre (3 fases + neutro + tierra) Cable AFUMEX CLASS 1000V (AS) – RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de Cu con aislamiento de material termoestable de mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1. Reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. Norma de diseño UNE 21123-4, de 5x35,0 mm² de sección, fijado a bandeja (no incluida), incluso p.p. de cajas de registro, elementos de elevación y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.	65,95	SESENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.2.2	m Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x100 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66101/66100, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada en huecos de construcción, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.	24,77	VEINTICUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
2.2.3	ud Cuadro protección corriente alterna, instalación en superficie, IP66, 140 módulos (28x5), de 805x615x315 Puerta transparente, compuesto por: 5 unidades interruptor magnetotérmico 4P, curva C, corriente nominal 100 A y poder de corte de 1kA, 5 unidades de interruptor diferencial de 4P, tipo A y con una sensibilidad de 300 mA, intensidad nominal de 100 A, 5 unidades de interruptor seccionador de 4P y corriente nominal de 100 A, 5 unidades protección sobretensiones CA, 1 interruptor automático 200 kA AC 4 polos, 400 A y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.	14.977,28	CATORCE MIL NOVECIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
3 SEGURIDAD Y SALUD			
3.1	ud Casco seguridad SH 4, Würth o equivalente, con marcado CE.	10,17	DIEZ EUROS CON DIECISIETE CÉNTIMOS
3.2	ud Guantes Tigerflex anticorte, Würth o equivalente, con marcado CE.	11,59	ONCE EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.3	ud Cinturón antilumbago, con velcro, homologado CE, s/normativa vigente.	18,27	DIECIOCHO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
3.4	ud Botiquín metálico tipo maletín, preparado para colgar en pared, con contenido sanitario completo según ordenanzas.	51,38	CINCUENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
3.5	ud Zapatos Hercules S3 (par), Würth o equivalente, con puntera y plantilla metálica, con marcado CE.	34,92	TREINTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
4 SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN			

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
4.1	<p>1 Suministro de Equipo Antivertido Lacedal IRR 2.0 capaz de limitar la producción fotovoltaica en función del consumo eléctrico que detecte en el emplazamiento.</p> <p>Dos medidores trifásicos de potencia con tensiones comunes. Podrán medir dos potencias cualesquiera en el punto de conexión entre la red eléctrica, la producción fotovoltaica y los consumos de la instalación. Mediante esas dos medidas se tendrá monitorizada toda la instalación.</p> <p>Conector de comunicación RS485/RS422 para la conexión con los inversores que lo requieran.</p> <p>Conector de control de cargas.</p> <p>Comunicación Ethernet para configuración y monitorización en red local, además del control de los inversores que así lo requieran.</p> <p>Opcionalmente, comunicación WIFI y/o 3G mediante dispositivos USB.</p>	2.177,24	DOS MIL CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
	5 GESTIÓN DE RESIDUOS		
5.1	m ³ Transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 20 km.	12,56	DOCE EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
5.2	t Coste de entrega de residuos de plástico (tasa vertido), con código 170203 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011.	772,50	SETECIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
5.3	t Coste de entrega de residuos de papel y cartón (tasa vertido), con código 200101 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011.	566,50	QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
	<p>Santa Cruz de Tenerife Ingeniero Técnico Industrial</p> <p>Elena Pérez Alonso</p>		

Cuadro de precios nº 2

Advertencia: Los precios del presente cuadro se aplicarán única y exclusivamente en los casos que sea preciso abonar obras incompletas cuando por rescisión u otra causa no lleguen a terminarse las contratadas, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

Nº	Designación	Importe																									
		Parcial (Euros)	Total (Euros)																								
	1 EQUIPOS Y MATERIALES SISTEMA FOTOVOLTAICO																										
	1.1 EQUIPOS																										
1.1.1	<p>Ud Suministro de módulo solar fotovoltaico de celulas monocristalinas LONGI SOLAR. Potencia máxima (Wp) 550W, compuesto por células monocristalinas de alto rendimiento, con las siguientes características técnicas : tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,80V, Intensidad de cortocircuito (Isc)13,98A, eficiencia 21,5%: Panel Fotovoltaico de 35 mm, dimensiones 2256x1133x35mm, peso de 27,2 Kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>(Mano de obra)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Oficial 1ª instalador de captadores solares.</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">0,36 h</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">19,640</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">7,07</td> </tr> <tr> <td>Ayudante instalador de captadores solares.</td> <td style="text-align: right;">0,36 h</td> <td style="text-align: right;">18,560</td> <td style="text-align: right;">6,68</td> </tr> </table> <p>(Materiales)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Módulo solar Fotovoltaico LONGI SOLAR LR5-72 HPH 545M</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">1,00 Ud</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">238,240</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">238,24</td> </tr> </table> <p>(Resto obra)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">3% Costes indirectos</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">5,04</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">7,71</td> </tr> </table>	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,36 h	19,640	7,07	Ayudante instalador de captadores solares.	0,36 h	18,560	6,68	Módulo solar Fotovoltaico LONGI SOLAR LR5-72 HPH 545M	1,00 Ud	238,240	238,24	3% Costes indirectos			5,04				7,71						
Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,36 h	19,640	7,07																								
Ayudante instalador de captadores solares.	0,36 h	18,560	6,68																								
Módulo solar Fotovoltaico LONGI SOLAR LR5-72 HPH 545M	1,00 Ud	238,240	238,24																								
3% Costes indirectos			5,04																								
			7,71																								
1.1.2	<p>Ud Inversor Huawei, SUN2000-50KTL-M3, Smart PV Controller, voltaje de entrada máximo 1100V, intensidad máxima por MPPT 30A, Potencia de salida 50KW, Intensidad máxima de salida 72,2 A a 400Vac, eficiencia máxima 98,5%, dimensiones 640x530x270 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>(Mano de obra)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Oficial 1ª electricista.</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">0,91 h</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">19,640</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">17,87</td> </tr> <tr> <td>Ayudante electricista.</td> <td style="text-align: right;">0,91 h</td> <td style="text-align: right;">18,560</td> <td style="text-align: right;">16,89</td> </tr> </table> <p>(Maquinaria)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Camión con grúa de hasta 6 t.</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">0,50 h</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">55,380</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">27,69</td> </tr> </table> <p>(Materiales)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW...</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">1,00 Ud</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">4.630,280</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">4.630,28</td> </tr> </table> <p>(Resto obra)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">3% Costes indirectos</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">93,85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">143,60</td> </tr> </table>	Oficial 1ª electricista.	0,91 h	19,640	17,87	Ayudante electricista.	0,91 h	18,560	16,89	Camión con grúa de hasta 6 t.	0,50 h	55,380	27,69	Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW...	1,00 Ud	4.630,280	4.630,28	3% Costes indirectos			93,85				143,60		264,74
Oficial 1ª electricista.	0,91 h	19,640	17,87																								
Ayudante electricista.	0,91 h	18,560	16,89																								
Camión con grúa de hasta 6 t.	0,50 h	55,380	27,69																								
Inversor trifásico, potencia máxima de entrada 75 kW...	1,00 Ud	4.630,280	4.630,28																								
3% Costes indirectos			93,85																								
			143,60																								
1.2.1	<p>1.2 MATERIALES</p> <p>Ud Soporte para módulo solar fotovoltaico EnnovaBloc 20°R, de la firma Ennova, de hormigón, de 1.165x660x100 mm, de ángulo de inclinación entre 20°, de 84 kg de peso, se incluye p/p accesorios de nivelación y fijación, p/p de trabajos de nivelación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p> <p>(Mano de obra)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Oficial 1ª instalador de captadores solares.</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">0,05 h</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">19,640</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">0,98</td> </tr> <tr> <td>Ayudante instalador de captadores solares.</td> <td style="text-align: right;">0,05 h</td> <td style="text-align: right;">18,560</td> <td style="text-align: right;">0,93</td> </tr> </table> <p>(Materiales)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón,...</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">1,00 Ud</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">46,800</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">46,80</td> </tr> </table> <p>(Resto obra)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">3% Costes indirectos</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;">0,97</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;">1,49</td> </tr> </table>	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,05 h	19,640	0,98	Ayudante instalador de captadores solares.	0,05 h	18,560	0,93	Soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón,...	1,00 Ud	46,800	46,80	3% Costes indirectos			0,97				1,49		4.930,18				
Oficial 1ª instalador de captadores solares.	0,05 h	19,640	0,98																								
Ayudante instalador de captadores solares.	0,05 h	18,560	0,93																								
Soporte para módulo solar fotovoltaico, de hormigón,...	1,00 Ud	46,800	46,80																								
3% Costes indirectos			0,97																								
			1,49																								
	2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS																										
	2.1 CORRIENTE CONTINUA																										
			51,17																								

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.1.1	<p>m Línea de distribución eléctrica, en instalación exterior, formada por conductores de cobre, corriente continua (positivo + negativo + tierra) Conductor cobre H1Z2Z2-K, 1,0/1,0 kV (1,2/1,2kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.), Eca, unipolar 6 mm², fijado a bandeja (no incluida), incluso p.p. de cajas de registro, elementos de elevación y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 0,10 h 15,650 1,57</p> <p>Ayudante electricista 0,10 h 14,830 1,48</p> <p>(Maquinaria)</p> <p>Plataforma elev. tijera 12 m, diesel 0,10 h 11,130 1,11</p> <p>Transporte plataforma elevadora 0,01 ud 160,500 1,61</p> <p>(Materiales)</p> <p>p.p. de cajas y pequeño material. 1,00 ud 1,000 1,00</p> <p>Conductor cobre H1Z2Z2-K, 1,0/1,0 kV (1,2/1,2kVac máx... 3,00 m 1,970 5,91</p> <p>3% Costes indirectos 0,38</p>		
2.1.2	<p>m Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x100 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66101/66100, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada en huecos de construcción, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 0,17 h 15,650 2,66</p> <p>Ayudante electricista 0,07 h 14,830 1,04</p> <p>(Materiales)</p> <p>Bandeja de termoplástico U23X, lisa/perfor 60x100 mm... 1,00 m 11,140 11,14</p> <p>P.P. accesorios p/bandejas U23X, 1C de 60x100 mm gri... 1,00 ud 2,520 2,52</p> <p>Cubierta p/bandejas U23X, 1C, de 100 mm gris, serie ... 1,00 m 6,690 6,69</p> <p>3% Costes indirectos 0,72</p>		13,06
2.1.3	<p>m Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x200 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66201/66200, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada sobre pared o en cubierta, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 0,17 h 15,650 2,66</p> <p>Ayudante electricista 0,07 h 14,830 1,04</p> <p>(Materiales)</p> <p>Bandeja de termoplástico U23X, lisa/perfor 60x200 mm... 1,00 m 17,020 17,02</p> <p>P.P. accesorios p/bandejas U23X, 1C de 60x200 mm gri... 1,00 ud 2,520 2,52</p> <p>Cubierta p/bandejas U23X, 1C, de 200 mm gris, serie ... 1,00 m 11,360 11,36</p> <p>3% Costes indirectos 1,04</p>		24,77
			35,64

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.1.4	<p>ud Cuadro protección corriente continua número 1, instalación en superficie, para proteger eléctricamente los módulos de fotovoltaicos de posible sobreintensidades y sobretensiones. Cuenta con protección IP 41, clase II y está equipado con puerta frontal lisa de 570x956x191 (ancho x alto x fondo), de 5 filas de 24 módulos, compuesto por: 24 unidades bases portafusibles 1000V DC, 24 unidades fusibles de clase gPV 25A 1000V DC, 12 unidades seccionador DC, 12 unidades de protector sobretensiones DC, y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 1,10 h 15,650 17,22</p> <p>Ayudante electricista 1,10 h 14,830 16,31</p> <p>(Materiales)</p> <p>Caja p/cuadro distrib. superficie IP41, clase II, 12... 1,00 1 289,380 289,38</p> <p>Protector de sobretensiones 1P+N, 20 kA, tipo 2, Gew... 12,00 ud 123,000 1.476,00</p> <p>Portafusible modular de 1100V DC, 50 A, IP 20. 24,00 ud 53,600 1.286,40</p> <p>fusible de clase gPV 25A 1000V DC 24,00 ud 4,230 101,52</p> <p>Seccionador DC 12,00 ud 175,000 2.100,00</p> <p>3% Costes indirectos 158,60</p>		
2.1.5	<p>ud Cuadro protección corriente continua número 2, instalación en superficie, para proteger eléctricamente los módulos de fotovoltaicos de posible sobreintensidades y sobretensiones. Cuenta con protección IP 41, clase II y está equipado con puerta frontal lisa de 570x1.256x191 (ancho x alto x fondo), de 7 filas de 24 módulos, compuesto por: 36 unidades bases portafusibles 1000V DC, 36 unidades fusibles de clase gPV 25A 1000V DC, 18 unidades seccionador DC, 18 unidades de protector sobretensiones DC, y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 1,10 h 15,650 17,22</p> <p>Ayudante electricista 1,10 h 14,830 16,31</p> <p>(Materiales)</p> <p>Caja p/cuadro distrib. superficie IP41, clase II, 12... 1,00 1 289,380 289,38</p> <p>Protector de sobretensiones 1P+N, 20 kA, tipo 2, Gew... 18,00 ud 123,000 2.214,00</p> <p>Portafusible modular de 1100V DC, 50 A, IP 20. 36,00 ud 53,600 1.929,60</p> <p>fusible de clase gPV 25A 1000V DC 36,00 ud 4,230 152,28</p> <p>Seccionador DC 18,00 ud 175,000 3.150,00</p> <p>3% Costes indirectos 233,06</p>		5.445,43
2.2.1	<p>2.2 CORRIENTE ALTERNA</p> <p>m Línea de distribución eléctrica, en instalación interior, formada por conductores de cobre (3 fases + neutro + tierra) Cable AFUMEX CLASS 1000V (AS) – RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de Cu con aislamiento de material termoestable de mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1. Reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. Norma de diseño UNE 21123-4, de 5x35,0 mm² de sección, fijado a bandeja (no incluida), incluso p.p. de cajas de registro, elementos de elevación y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 0,12 h 15,650 1,88</p> <p>Ayudante electricista 0,12 h 14,830 1,78</p> <p>(Maquinaria)</p> <p>Plataforma elev. tijera 12 m, diesel 0,10 h 11,130 1,11</p> <p>Transporte plataforma elevadora 0,01 ud 160,500 1,61</p> <p>(Materiales)</p> <p>p.p. de cajas y pequeño material. 1,00 ud 1,000 1,00</p> <p>Cable AFUMEX CLASS 1000V (AS) – RZ1-K (AS) 0,6/1 kV ... 5,00 m 11,330 56,65</p> <p>3% Costes indirectos 1,92</p>		8.001,85
			65,95

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.2.2	<p>m Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x100 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66101/66100, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada en huecos de construcción, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 0,17 h 15,650</p> <p>Ayudante electricista 0,07 h 14,830</p> <p>(Materiales)</p> <p>Bandeja de termoplástico U23X, lisa/perfor 60x100 mm... 1,00 m 11,140</p> <p>P.P. accesorios p/bandejas U23X, 1C de 60x100 mm gri... 1,00 ud 2,520</p> <p>Cubierta p/bandejas U23X, 1C, de 100 mm gris, serie ... 1,00 m 6,690</p> <p>3% Costes indirectos 0,72</p>		
			24,77
2.2.3	<p>ud Cuadro protección corriente alterna, instalación en superficie, IP66, 140 módulos (28x5), de 805x615x315 Puerta transparente, compuesto por: 5 unidades interruptor magnetotérmico 4P, curva C, corriente nominal 100 A y poder de corte de 1kA, 5 unidades de interruptor diferencial de 4P, tipo A y con una sensibilidad de 300 mA, intensidad nominal de 100 A, 5 unidades de interruptor seccionador de 4P y corriente nominal de 100 A, 5 unidades protección sobretensiones CA, 1 interruptor automático 200 kA AC 4 polos, 400 A y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>Oficial electricista 3,00 h 15,650</p> <p>Ayudante electricista 3,00 h 14,830</p> <p>(Materiales)</p> <p>Caja p/cuadro distrib. superficie IP66, 140 módulos ... 1,00 1 289,380</p> <p>Interrupt diferencial terc 4x100A sensib 300 mA, Gewi... 5,00 ud 304,000</p> <p>Interrupt automat magnet 16 kA, 4P x 100 A, Gewiss s... 5,00 ud 404,000</p> <p>Interruptor de corte en carga de 160 A i/mando 5,00 ud 175,220</p> <p>Protector de sobretensiones 3P+N, 12,5 kA, tipo 1+2,... 5,00 ud 677,000</p> <p>Interruptor automático en caja moldeada, tetrapolar ... 1,00 Ud 6.359,130</p> <p>3% Costes indirectos 436,23</p>		
			14.977,28
3.1	<p>3 SEGURIDAD Y SALUD</p> <p>ud Casco seguridad SH 4, Würth o equivalente, con marcado CE.</p> <p>(Materiales)</p> <p>Casco seguridad SH 4, 0899 200 11x, Würth 1,00 ud 9,870</p> <p>3% Costes indirectos 0,30</p>		
			10,17
3.2	<p>ud Guantes Tigerflex anticorte, Würth o equivalente, con marcado CE.</p> <p>(Materiales)</p> <p>Guantes Tigerflex anticorte CUT5/300, 0899 451 3XX, ... 1,00 ud 11,250</p> <p>3% Costes indirectos 0,34</p>		
			11,59
3.3	<p>ud Cinturón antilumbago, con velcro, homologado CE, s/normativa vigente.</p> <p>(Materiales)</p> <p>Cinturón antilumbago, velcro 1,00 ud 17,740</p> <p>3% Costes indirectos 0,53</p>		
			18,27
3.4	<p>ud Botiquín metálico tipo maletín, preparado para colgar en pared, con contenido sanitario completo según ordenanzas.</p> <p>(Materiales)</p> <p>Botiquín metál. tipo maletín c/contenido 1,00 ud 49,880</p> <p>3% Costes indirectos 1,50</p>		
			51,38

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
3.5	ud Zapatos Hercules S3 (par), Würth o equivalente, con puntera y plantilla metálica, con marcado CE. (Materiales) Zapatos Hercules S3, M418 016 XXX, Würth 3% Costes indirectos	1,00 ud 33,900	33,90 1,02
4.1	4 SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN 1 Suministro de Equipo Antivertido Lacedal IRR 2.0 capaz de limitar la producción fotovoltaica en función del consumo eléctrico que detecte en el emplazamiento. Dos medidores trifásicos de potencia con tensiones comunes. Podrán medir dos potencias cualesquiera en el punto de conexión entre la red eléctrica, la producción fotovoltaica y los consumos de la instalación. Mediante esas dos medidas se tendrá monitorizada toda la instalación. Conector de comunicación RS485/RS422 para la conexión con los inversores que lo requieran. Conector de control de cargas. Comunicación Ethernet para configuración y monitorización en red local, además del control de los inversores que así lo requieran. Opcionalmente, comunicación WIFI y/o 3G mediante dispositivos USB. (Mano de obra) Peón 3% Costes indirectos	0,00 h 15,130	0,00 63,42
5.1	5 GESTIÓN DE RESIDUOS m³ Transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 20 km. (Maquinaria) Camión basculante 15 t 3% Costes indirectos	0,33 h 36,940	12,19 0,37
5.2	t Coste de entrega de residuos de plástico (tasa vertido), con código 170203 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011. (Materiales) Tasa gestor aut. valorización residuos plástico, LER... 3% Costes indirectos	1,00 t 750,000	750,00 22,50
5.3	t Coste de entrega de residuos de papel y cartón (tasa vertido), con código 200101 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011. (Materiales) Tasa gestor aut. valorización residuos papel y cartón... 3% Costes indirectos	1,00 t 550,000	550,00 16,50
	Santa Cruz de Tenerife Ingeniero Técnico Industrial Elena Pérez Alonso		

Presupuesto y medición

Presupuesto parcial nº 1 EQUIPOS Y MATERIALES SISTEMA FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1.- EQUIPOS					
1.1.1	Ud	<p>Suministro de módulo solar fotovoltaico de celulas monocristalinas LONGI SOLAR. Potencia máxima (Wp) 550W, compuesto por células monocristalinas de alto rendimiento, con las siguientes características técnicas : tensión a máxima potencia (Vmp) 41,95 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,12 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,80V, Intensidad de cortocircuito (Isc)13,98A, eficiencia 21,5%: Panel Fotovoltaico de 35 mm, dimensiones 2256x1133x35mm, peso de 27,2 Kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte.</p> <p>Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	500,00	264,74	132.370,00
1.1.2	Ud	<p>Inversor Huawei, SUN2000-50KTL-M3, Smart PV Controller, voltaje de entrada máximo 1100V, intensidad máxima por MPPT 30A, Potencia de salida 50KW, Intensidad máxima de salida 72,2 A a 400Vac, eficiencia máxima 98,5%, dimensiones 640x530x270 mm, con comunicación vía Wi-Fi para control remoto desde un smartphone, tablet o PC, puertos Ethernet y RS-485, y protocolo de comunicación Modbus. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.</p> <p>Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	5,00	4.930,18	24.650,90
			Total subcapítulo 1.1.- EQUIPOS:		157.020,90
1.2.- MATERIALES					
1.2.1	Ud	<p>Soporte para módulo solar fotovoltaico EnnovaBloc 20°R, de la firma Ennova, de hormigón, de 1.165x660x100 mm, de ángulo de inclinación entre 20°, de 84 kg de peso, se incluye p/p accesorios de nivelación y fijación, p/p de trabajos de nivelación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
		Total Ud	739,00	51,17	37.814,63
			Total subcapítulo 1.2.- MATERIALES:		37.814,63
Total presupuesto parcial nº 1 EQUIPOS Y MATERIALES SISTEMA FOTOVOLTAICO :					194.835,53

Presupuesto parcial nº 2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.- CORRIENTE CONTINUA					
2.1.1	M	Línea de distribución eléctrica, en instalación exterior, formada por conductores de cobre, corriente continua (positivo + negativo + tierra) Conductor cobre H1Z2Z2-K, 1,0/1,0 kV (1,2/1,2kVac máx.) (1,8/1,8 kVdc máx.), Eca, unipolar 6 mm ² , fijado a bandeja (no incluida), incluso p.p. de cajas de registro, elementos de elevación y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.			
		Total m	1.549,00	13,06	20.229,94
2.1.2	M	Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x100 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66101/66100, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada en huecos de construcción, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.			
		Total m	600,00	24,77	14.862,00
2.1.3	M	Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x200 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66201/66200, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada sobre pared o en cubierta, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.			
		Total m	215,00	35,64	7.662,60
2.1.4	Ud	Cuadro protección corriente continua número 1, instalación en superficie, para proteger eléctricamente los módulos de fotovoltaicos de posible sobreintensidades y sobretensiones. Cuenta con protección IP 41, clase II y está equipado con puerta frontal lisa de 570x956x191 (ancho x alto x fondo), de 5 filas de 24 módulos, compuesto por: 24 unidades bases portafusibles 1000V DC, 24 unidades fusibles de clase gPV 25A 1000V DC, 12 unidades seccionador DC, 12 unidades de protector sobretensiones DC, y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.			
		Total ud	1,00	5.445,43	5.445,43
2.1.5	Ud	Cuadro protección corriente continua número 2, instalación en superficie, para proteger eléctricamente los módulos de fotovoltaicos de posible sobreintensidades y sobretensiones. Cuenta con protección IP 41, clase II y está equipado con puerta frontal lisa de 570x1.256x191 (ancho x alto x fondo), de 7 filas de 24 módulos, compuesto por: 36 unidades bases portafusibles 1000V DC, 36 unidades fusibles de clase gPV 25A 1000V DC, 18 unidades seccionador DC, 18 unidades de protector sobretensiones DC, y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.			
		Total ud	1,00	8.001,85	8.001,85
		Total subcapítulo 2.1.- CORRIENTE CONTINUA:			56.201,82
2.2.- CORRIENTE ALTERNA					
2.2.1	M	Línea de distribución eléctrica, en instalación interior, formada por conductores de cobre (3 fases + neutro + tierra) Cable AFUMEX CLASS 1000V (AS) – RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de Cu con aislamiento de material termoestable de mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1. Reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1. Norma de diseño UNE 21123-4, de 5x35,0 mm ² de sección, fijado a bandeja (no incluida), incluso p.p. de cajas de registro, elementos de elevación y ayudas de albañilería. Instalada, s/RBT-02.			
		Total m	70,00	65,95	4.616,50
2.2.2	M	Bandeja no metálica lisa/perforada Unex 60x100 mm de un compartimento, color gris Ral 7035, Ref. 66101/66100, serie 66 o equivalente, construida en termoplástico técnico aislante U23X para garantizar el método de protección de seguridad eléctrica s/UNE-HD 60364-4-41 contra contactos indirectos. Sin tierras y sin mantenimiento. Libre de substancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Montada en huecos de construcción, con parte proporcional de uniones y fijaciones a soportes. Ensayo CTA Tipo I s/EN 61537:2007. Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 5J a -20°C. Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores UV. Resistencia a la corrosión s/EN 61537:2007, agentes químicos ISO/TR 10358 y DIN 8061. El fabricante acreditará el cumplimiento de la norma EN 61537 con homologaciones y marcados de calidad emitidos por organismos de normalización y certificación internacionalmente reconocidos, incluso instalación.			
		Total m	7,00	24,77	173,39

Presupuesto parcial nº 2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.2.3	Ud	Cuadro protección corriente alterna, instalación en superficie, IP66, 140 módulos (28x5), de 805x615x315 Puerta transparente, compuesto por: 5 unidades interruptor magnetotérmico 4P, curva C, corriente nominal 100 A y poder de corte de 1kA, 5 unidades de interruptor diferencial de 4P, tipo A y con una sensibilidad de 300 mA, intensidad nominal de 100 A, 5 unidades de interruptor seccionador de 4P y corriente nominal de 100 A, 5 unidades protección sobretensiones CA, 1 interruptor automático 200 kA AC 4 polos, 400 A y pequeño material, i/circuito de emergencia. Instalado y conexionado.			
		Total ud:	1,00	14.977,28	14.977,28
				Total subcapítulo 2.2.- CORRIENTE ALTERNA:	19.767,17
		Total presupuesto parcial nº 2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS :			75.968,99

Presupuesto parcial nº 3 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Ud	Casco seguridad SH 4, Würth o equivalente, con marcado CE.			
		Total ud:	5,00	10,17	50,85
3.2	Ud	Guantes Tigerflex anticorte, Würth o equivalente, con marcado CE.			
		Total ud:	5,00	11,59	57,95
3.3	Ud	Cinturón antilumbago, con velcro, homologado CE, s/normativa vigente.			
		Total ud:	5,00	18,27	91,35
3.4	Ud	Botiquín metálico tipo maletín, preparado para colgar en pared, con contenido sanitario completo según ordenanzas.			
		Total ud:	1,00	51,38	51,38
3.5	Ud	Zapatos Hercules S3 (par), Würth o equivalente, con puntera y plantilla metálica, con marcado CE.			
		Total ud:	5,00	34,92	174,60
		Total presupuesto parcial nº 3 SEGURIDAD Y SALUD :			426,13

Presupuesto parcial nº 4 SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	1	<p>Suministro de Equipo Antivertido Lacedal IRR 2.0 capaz de limitar la producción fotovoltaica en función del consumo eléctrico que detecte en el emplazamiento.</p> <p>Dos medidores trifásicos de potencia con tensiones comunes. Podrán medir dos potencias cualesquiera en el punto de conexión entre la red eléctrica, la producción fotovoltaica y los consumos de la instalación. Mediante esas dos medidas se tendrá monitorizada toda la instalación.</p> <p>Conector de comunicación RS485/RS422 para la conexión con los inversores que lo requieran.</p> <p>Conector de control de cargas.</p> <p>Comunicación Ethernet para configuración y monitorización en red local, además del control de los inversores que así lo requieran.</p> <p>Opcionalmente, comunicación WIFI y/o 3G mediante dispositivos USB.</p>			
		Total 1:	1,00	2.177,24	<u>2.177,24</u>
Total presupuesto parcial nº 4 SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN :					2.177,24

Presupuesto parcial nº 5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	M³	Transporte de residuos a instalación autorizada de gestión de residuos (Consejería de Medio Ambiente), con camión de 15 t, con un recorrido hasta 20 km.			
		Total m³	5,00	12,56	62,80
5.2	T	Coste de entrega de residuos de plástico (tasa vertido), con código 170203 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011.			
		Total t	0,20	772,50	154,50
5.3	T	Coste de entrega de residuos de papel y cartón (tasa vertido), con código 200101 según la Lista Europea de Residuos (LER) publicada por Orden MAM/304/2002, a gestor de residuos autorizado por la Consejería de Medio Ambiente, para operaciones de valorización o eliminación, según RD 105/2008 y la Ley 22/2011.			
		Total t	0,20	566,50	113,30
Total presupuesto parcial nº 5 GESTIÓN DE RESIDUOS :					330,60

Capítulo	Importe
Capítulo 1 EQUIPOS Y MATERIALES SISTEMA FOTOVOLTAICO	194.835,53
Capítulo 1.1 EQUIPOS	157.020,90
Capítulo 1.2 MATERIALES	37.814,63
Capítulo 2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	75.968,99
Capítulo 2.1 CORRIENTE CONTINUA	56.201,82
Capítulo 2.2 CORRIENTE ALTERNA	19.767,17
Capítulo 3 SEGURIDAD Y SALUD	426,13
Capítulo 4 SISTEMA DE GESTIÓN Y MONITORIZACIÓN	2.177,24
Capítulo 5 GESTIÓN DE RESIDUOS	330,60
Presupuesto de ejecución material	273.738,49
13% de gastos generales	35.586,00
6% de beneficio industrial	16.424,31
Suma	325.748,80
7% IGIC	22.802,42
Presupuesto de ejecución por contrata	348.551,22

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CUARENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS.

Santa Cruz de Tenerife
Ingeniero Técnico Industrial

Elena Pérez Alonso