



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA

RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO

COLEGIADO01

COLEGIADO02

COLEGIADO03

COLEGIO

COLEGIO

OTROS

OTROS

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coirm.e-gestion.es [FVYJCRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
---	--	---------------	--

X-ELIO

CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA CSF EL MOLINO



PROYECTO LICENCIA DE OBRAS

Situación: MULA (MURCIA)

Peticionario: MARPANI SOLAR 6, S.L.U.

Fecha: DICIEMBRE 2.022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE
LA REGIÓN DE MURCIA



VISADO MU2204395

Electrónico Trabajo nº: MU2205304

Autores

Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ



Puede consultar la validez de este documento en la
página coiiregionmurcia.e-gestion.es, mediante el CSV:

FVYJKRZ0XLB7JN2O

22/12/2022

<https://coiiregionmurcia.e-gestion.es/Ventanilla/ValidarCSV.aspx?CSV=FVYJKRZ0XLB7JN2O>

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
Habilitación Profesional
Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

22/12/2022

VISADO : MU2204395
MURCIA
Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]



COIIRM

ÍNDICE GENERAL

1. DOCUMENTO Nº1: MEMORIA TÉCNICA CSF EL MOLINO
2. DOCUMENTO Nº2: PLANOS CSF EL MOLINO
3. DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES
4. DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO
5. DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
6. DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
7. DOCUMENTO Nº7: PLAN DE DESMANTELAMIENTO
8. DOCUMENTO Nº8: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN
9. ANEXO I: CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA DE LA CSF
10. ANEXO II: ESTUDIO DE PRODUCCIÓN ENERGÉTICA
11. ANEXO III: FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS
12. ANEXO IV: CÁLCULO DE CABLEADO MEDIA TENSIÓN
13. ANEXO V: CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	---------------	--

CSF EL MOLINO



DOCUMENTO Nº1: MEMORIA TÉCNICA CSF EL MOLINO

Situación: MULA (MURCIA)

Peticionario: MARPANI SOLAR 6, S.L.U.

Fecha: DICIEMBRE 2.022

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	9
2.	INTRODUCCIÓN	13
2.1.	OBJETO Y ALCANCE	13
2.2.	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	14
2.3.	RESUMEN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD.....	16
3.	TITULAR - PROMOTOR	18
4.	AUTOR DEL PROYECTO	18
5.	NORMATIVA APLICABLE	19
5.1.	INTRODUCCIÓN	19
5.2.	LEGISLACIÓN NACIONAL	19
5.3.	LEGISLACIÓN INTERNACIONAL.....	24
5.4.	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	25
5.5.	FABRICANTES DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	26
5.6.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	26
5.7.	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	27
5.8.	OTRAS NORMAS ESPECÍFICAS	28
6.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	30
6.1.	LOCALIZACIÓN.....	30
6.2.	POLÍGONOS Y PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS.....	32
6.3.	OROGRAFÍA DEL TERRENO	34
6.4.	ACCESOS A PLANTA	37
6.5.	JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA.....	38
7.	RETRANQUEOS Y DISTANCIAS A RESPETAR EN LA CSF	40
8.	AFECCIONES CONSIDERADAS	41
8.1.	AFECCIONES AYUNTAMIENTO DE MULA	42
8.2.	AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES. RED NATURA 2000.....	44
8.3.	AFECCIÓN A LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO.....	45
8.4.	RED DE CARRETERAS DE LA REGIÓN DE MURCIA	46
8.5.	I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.	48

8.6.	HIDROLOGÍA.....	49
9.	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	52
9.1.	COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED.....	52
10.	CRITERIOS DE DISEÑO	55
10.1.	CONSIDERACIONES DE PARTIDA	55
10.2.	DIMENSIONAMIENTO DE LA CSF.....	56
10.3.	DISEÑO ELÉCTRICO	57
10.4.	DISEÑO CIVIL	58
11.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CSF	60
11.1.	CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA.....	60
11.2.	LAYOUT DE LA CSF.....	62
11.3.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	63
11.4.	ESTRUCTURA SOPORTE – SEGUIDOR SOLAR FOTOVOLTAICO	67
11.5.	INVERSORES FOTOVOLTAICOS	73
11.6.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	79
11.7.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT).....	84
11.7.1.	CORRIENTE CONTINUA.....	84
11.7.1.1.	INTERCONEXIÓN DE MÓDULOS	84
11.7.1.2.	TIPOLOGÍA DE CABLES Y SECCIONES MÓDULOS- INVERSOR	85
11.7.1.3.	CONEXIONES INVERSOR-TRANSFORMADOR	85
11.7.1.4.	CONEXIONES INVERSOR-TRANSFORMADOR SS.AA	85
11.8.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT)	86
11.8.1.	CARACTERÍSTICAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS MEDIA TENSIÓN (LSMT)	88
11.8.2.	TERMINACIONES	90
11.8.3.	EMPALMES	91
11.9.	PUESTA A TIERRA	92
11.9.1.	PANELES FOTOVOLTAICOS	93
11.9.2.	ESTRUCTURAS	93
11.9.3.	INVERSORES	93
11.9.4.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	93
11.9.5.	VALLADO	93
11.10.	ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	94

11.11.	ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	94
12.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	96
12.1.	TRABAJOS PREVIOS	96
12.1.1.	INSTALACIONES PROVISIONALES	96
12.1.2.	VALLADO DE INSTALACIONES TEMPORALES.....	97
12.1.3.	ACCESO A LAS INSTALACIONES PROVISIONALES	98
12.1.4.	REQUERIMIENTOS SANITARIOS	98
12.1.5.	SUMINISTRO DE ENERGÍA	99
12.1.6.	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	99
12.1.7.	ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	100
12.1.8.	OFICINAS DE OBRA.....	100
12.1.9.	TALLER DE TRABAJO	100
12.1.10.	ALMACÉN DE MATERIALES.....	101
12.1.11.	VESTUARIOS	101
12.1.12.	COMEDOR	101
12.1.13.	ESTACIONAMIENTOS.....	102
12.1.14.	ZONAS DE DEPOSICIÓN DE RESIDUOS	102
12.1.14.1.	RESIDUOS DOMICILIARIOS O ASIMILABLES.....	102
12.1.14.2.	RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS.....	103
12.1.14.3.	RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS	104
12.1.15.	CONTRATACIÓN DE SERVICIOS	104
12.1.16.	TRANSPORTE DEL PERSONAL Y JORNADA LABORAL.....	105
12.1.17.	PRIMEROS AUXILIOS.....	106
12.1.18.	SEÑALIZACIÓN.....	106
12.2.	TOPOGRAFÍA	107
12.3.	OBRA CIVIL	108
12.3.1.	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	108
12.3.2.	VIALES DE ACCESO E INTERIORES.....	110
12.3.2.1.	VIALES INTERIORES.....	110
12.3.2.2.	VIALES DE ACCESO.....	114
12.3.3.	VALLADO PERIMETRAL.....	115
12.3.4.	CANALIZACIONES	119

12.3.5.	ZANJAS BAJA TENSIÓN	119
12.3.6.	ZANJAS MEDIA TENSIÓN	121
12.3.7.	CIMENTACIÓN PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	122
12.4.	SISTEMA DE DRENAJE.....	124
12.5.	SUMINISTRO DE EQUIPOS.....	125
12.6.	MONTAJE MECÁNICO.....	125
12.6.1.	MONTAJE DE SEGUIDORES Y DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	125
12.6.2.	MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	125
12.7.	MONTAJE ELÉCTRICO	126
13.	SISTEMA MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE PLANTA	127
13.1.	OBJETIVO.....	127
13.2.	REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	128
13.2.1.	TOPOLOGÍA DEL SISTEMA SCADA	128
13.2.2.	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SCADA.....	130
13.2.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS DEL SCADA	130
13.2.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS INFORMES DEL SCADA	133
13.2.5.	ALARMAS DEL SCADA / EVENTOS	134
13.2.6.	VARIABLES DEL SCADA	135
13.2.6.1.	USUARIOS.....	135
13.2.6.2.	INTERFACE DE USUARIO.....	135
13.2.6.3.	EXPORTACIÓN DE DATOS.....	135
13.2.7.	SISTEMA SQL	136
13.2.8.	SISTEMA OPC.....	136
13.2.9.	SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA.....	138
13.2.10.	SISTEMA DE PREVISIÓN DE ENERGÍA	138
13.3.	REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DEL SCADA	138
13.3.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A MONITORIZAR	138
13.3.2.	DESCRIPCIÓN DEL CUADRO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA EN CT	147
13.3.3.	SERVIDOR LOCAL EN PLANTA.....	148
13.3.4.	PV PLANT WORSTATION.....	148
13.3.5.	BACKUP	150
13.4.	CONDICIONES GENERALES.....	150

14.	SISTEMA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD.....	153
14.1.	INTRODUCCIÓN	153
14.1.1.	OBJETO	153
14.1.2.	ANTECEDENTES	153
14.2.	CRITERIOS DE DISPOSICIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	154
14.2.1.	SUBSISTEMA DE INTRUSIÓN	155
14.2.1.1.	INTRUSIÓN DEL COMPLEJO	155
14.2.1.2.	CCS.....	155
14.2.2.	SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV).....	156
14.2.2.1.	FUNCIONES DEL SISTEMA DE CCTV	156
14.2.2.2.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN	158
14.2.2.3.	ZONAS CONSIDERADAS A PROTEGER.....	159
14.2.2.4.	RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO	159
14.2.2.5.	SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA	162
14.2.2.6.	CONEXIONADO DE ARMARIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA RED	162
14.2.3.	SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN	162
14.2.3.1.	ACTUACIONES A REALIZAR EN LAS DISTINTAS UBICACIONES DEL COMPLEJO	163
14.2.3.2.	TRANSMISIÓN DE IMÁGENES.....	164
14.2.3.3.	ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES.....	165
14.2.3.4.	VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES	167
14.3.	DOCUMENTACION, PRUEBAS Y FORMACION	167
14.3.1.	DOCUMENTACIÓN	167
14.3.2.	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	168
14.3.2.1.	PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FO TENDIDO	168
14.3.2.2.	RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS.....	173
14.3.3.	FORMACIÓN	173
14.4.	ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS.....	175
14.4.1.	SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN	175
14.4.1.1.	DETECTORES VOLUMÉTRICOS.....	175
14.4.1.2.	CONTACTOS MAGNÉTICOS	176
14.4.2.	SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV).....	176
14.4.2.1.	CÁMARAS DE TV IP FIJAS DE EXTERIOR MEGAPIXEL	176

14.4.3.	RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO	177
14.4.3.1.	FIBRA ÓPTICA	177
15.	VIDA ÚTIL DE LA CSF.....	179
16.	PANTALLA VISUAL	180
17.	CONCLUSIÓN	182

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1:	IVA CSF El Molino, código de proceso RCR_894_19.	9
Figura 2:	Localización del Proyecto	30
Figura 3:	Mapa radiación España – Fuente: ADRASE	31
Figura 4:	Levantamiento Topográfico del Parque Solar.....	35
Figura 5:	Pendientes Máximas del Terreno (Fuente: EIA).....	36
Figura 6:	Accesos a la CSF.....	38
Figura 7:	Tipo de suelo acorde al PGOU vigente.....	39
Figura 8:	Parcelas afectadas por la implantación de CSF El Molino.....	42
Figura 9:	Afecciones Red Natura 2000.....	44
Figura 10:	Afecciones a LIG	45
Figura 11:	Afección a carreteras.....	46
Figura 12:	Afecciones a cauces hídricos.....	50
Figura 13:	Principio de funcionamiento de la CSF.....	54
Figura 14:	Layout de la CSF	62
Figura 15:	Especificaciones técnicas de módulos fotovoltaicos de la CSF	66
Figura 16:	Vista en perfil de las configuraciones de los seguidores propuestos para la CSF	69
Figura 17:	Seguidor propuesto Monoline 1V	70
Figura 18:	Características del Seguidor Solar	71
Figura 19:	Inversor SUN2000-215KTL-H3 propuesto para la CSF.....	77
Figura 20:	Especificaciones técnicas de los inversores SUN2000-215KTL-H3 HUAWEI propuestos para la CSF	78
Figura 21:	Estación transformadora tipo para la CSF.....	81
Figura 22:	Especificaciones técnicas de los centros de transformación STS-6.000K-H1 y STS-3.000K-H1 para la CSF	83
Figura 23:	Características técnicas cable tipo RHZ1 18/30kV	89
Figura 24:	Sección transversal en terraplén.....	111
Figura 25:	Sección transversal en desmonte.....	111
Figura 26:	Viales interiores de acceso a Centro de Transformación.....	113
Figura 27:	Placa metálica anticolidión.....	116
Figura 28:	Detalle tipo zanjas media tensión	122
Figura 29:	Ejemplo cimentación.....	123
Figura 30:	Topología definida de operación de una central solar fotovoltaica.	129

Figura 31: Red de seguridad tipo.	160
Figura 32: Arquitectura red de seguridad.	164
Figura 33: Pantalla vegetal propuesta.....	181

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas del Emplazamiento.....	30
Tabla 2: Parcelas de implantación de la Central Solar Fotovoltaica	32
Tabla 3: Distancias mínimas según normas urbanísticas de Mula	40
Tabla 4: Afección a Ayuntamiento de Mula	43
Tabla 5: Distancias mínimas a carreteras.....	46
Tabla 6: Afección a Carreteras.	47
Tabla 7: Afección I-DE Redes Eléctricas.....	48
Tabla 8: Afección a CHS.....	51
Tabla 9: Características generales de la CSF	56
Tabla 10: Configuración eléctrica de la CSF.	61
Tabla 11: Características de módulos fotovoltaicos de la CSF	64
Tabla 12: Características del seguidor fotovoltaico Monoline 1V propuesto para la CSF	70
Tabla 13: Configuración y número de seguidores.....	72
Tabla 14: Configuración de Strings por Inversor.....	75
Tabla 15: Circuitos proyectados de línea de media tensión	87
Tabla 16: Parámetros principales de cableado de MT	89
Tabla 17: Características de la losa de cimentación para los Centro de Transformación.....	123
Tabla 18: Funciones del CCTV.	158

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12 2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

1. ANTECEDENTES

La Central Solar Fotovoltaica El Molino (en adelante CSF El Molino) situada en el Término Municipal de Mula, (Murcia) se encuentra en fase de solicitud de Autorización Administrativa Previa (AAP), Autorización Administrativa de Construcción (AAC) y Declaración de Impacto Ambiental (DIA)

En **mayo de 2019**, Red Eléctrica de España, S.A, emite un Informe de Viabilidad de Acceso (IVA) en el nudo «CAMPOS 400 kV», en la que se otorga permiso de acceso a la generación fotovoltaica de la CSF El Molino. Dicho IVA tiene la referencia y código de proceso RCR_894_19.

IGRE	P.NOM/ P.INST [MW]	MUNICIPIO/S	PROVINCIA	PRODUCTOR
PSF MULA II	114,4 / 88	Mula	Murcia	COBRA CONCESIONES
CSF EL MOLINO	100 / 75	Mula	Murcia	MARPANI SOLAR
PSF CAMPOS	109,2 / 84	Lorca, Aledo, Totana	Murcia	ENEL GREEN POWER ESPAÑA
PSF GESTIONA YECHAR	115 / 85	Campos del Río, Mula	Murcia	SPG GESTIONA YECHAR
TOTAL TOTAL GENERACIÓN PREVISTA CON PERMISO DE ACCESO POR LA PRESENTE	438,6 / 332			

Figura 1: IVA CSF El Molino, código de proceso RCR_894_19.

En **octubre de 2020** se presentó ante la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el Proyecto Administrativo de Construcción de la CSF El Molino. Se creó el expediente de tramitación DAIE Expte. 2021-001 Pfof-127.

En **enero de 2021**, para dar continuidad a la tramitación del expediente, se presentó ante la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica denominada “CSF El Molino 100 MWp” y de la subestación transformadora El Molino 132 kV, en el término municipal de Mula (Murcia); y de la solicitud de Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública del Proyecto de la línea aérea de evacuación a 132 kV, en los términos municipales de Mula y Campos del Río (Murcia) ante la Delegación del Gobierno en Murcia.

En **abril de 2021** fue sometido al trámite de Información Pública la Solicitud de la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción del proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica denominada “Planta Solar Fotovoltaica CSF El Molino de 99,99 MWp y 75

MWp y de la subestación transformadora El Molino 132 kV, en el término municipal de Mula (Murcia); y de la solicitud de Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública del Proyecto de la línea aérea de evacuación a 132 kV, en los términos municipales de Mula y Campos del Río (Murcia), tras haber sido publicado su anuncio en el Boletín Oficial del Estado así como en el Boletín Oficial de La Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Como consecuencia del proceso de exposición pública y consultas llevado a cabo, a continuación, se procede a destacar los informes preceptivos recibidos los cuales ponemos en antecedentes lo siguiente:

En **abril de 2021**, se recibe informe del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF). En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 20 de abril de 2021.

En **abril de 2021**, se recibe informe de la Dirección General de Seguridad Ciudadana y Emergencias. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 9 de julio de 2021.

En **mayo de 2021**, se recibe el informe del Servicio de Fomento del Medio Ambiente y Cambio Climático de la Dirección General del Medio Natural perteneciente a la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 10 de mayo de 2021.

En **mayo de 2021**, se recibe informe del Ayuntamiento de Campos del Río. En el citado informe, se indican una serie de condicionantes y alegaciones a los cuales el promotor contestó con una aclaración el día 7 de junio de 2021.

En **mayo de 2021**, se recibe informe del Ayuntamiento de Mula. En el citado informe, se indican una serie de condicionantes y alegaciones a los cuales el promotor contestó con una nueva propuesta en septiembre de 2021.

En **mayo de 2021**, se recibe informe de la Confederación Hidrográfica del Segura. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 18 de mayo de 2021.

En **octubre de 2021**, se vuelve a recibir informe del Ayuntamiento de Mula. En el citado informe, se indica la aceptación de la propuesta realizada por el promotor y se informa favorablemente.

En **junio de 2021**, se recibe el informe de la Dirección General de Carreteras perteneciente a la Consejería de Fomento e Infraestructuras. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 10 de mayo de 2021.

En **julio de 2021**, se vuelve a recibir informe del Ayuntamiento de Campos del Río. En el citado informe, se indica la aceptación de las aclaraciones aportadas por el promotor y se informa favorablemente, por lo que el promotor prestó conformidad el 12 de julio de 2021.

En **junio de 2021**, se recibe informe del Servicio de Patrimonio Histórico perteneciente a la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Consejería de Educación y Cultura. En el citado informe, se requieren una serie de aclaraciones y acciones a los cuales el promotor contestó en julio de 2021.

En **julio de 2021**, se recibe informe de la Dirección General del Agua perteneciente a la Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. En el citado informe se presta conformidad al proyecto y no se requiere ninguna consideración por lo que el promotor prestó conformidad el 9 de agosto de 2021.

En **julio de 2021**, se recibe informe del Servicio de Sanidad Ambiental perteneciente a la Dirección General de Salud Pública y Adicciones. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 9 de julio de 2021.

En **septiembre de 2021**, se recibe informe del Servicio de Información e Integración Ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente perteneciente a Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 20 de septiembre de 2021.

En **septiembre de 2021**, se recibe informe de la Subdirección General de Política Forestal, Caza y Pesca Fluvial. En el citado informe, se indica una serie de condicionantes a los cuales el promotor prestó conformidad el 22 de septiembre de 2021.

En **enero de 2022**, se recibe informe de la Subdirección General de Patrimonio Natural y Cambio Climático perteneciente a la Dirección General del Medio Natural. En el citado informe se indican una serie de condicionantes a los cuales el promotor contestó en febrero de 2022.

En **noviembre de 2022**, se recibe el informe de Declaración de Impacto Ambiental favorable por la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental perteneciente al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

El presente proyecto refundido contempla los condicionantes aceptados de todos los informes preceptivos y no preceptivos recibidos por las administraciones competentes.

 VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
---	-----------------------	--

2. INTRODUCCIÓN

2.1. OBJETO Y ALCANCE

El proyecto objeto de este documento es la CSF El Molino ubicada en el término municipal de Mula, en la provincia de Murcia. Es importante indicar que la Planta Solar Fotovoltaica objeto de este documento evacuará a través de la Subestación (SET) CSF El Molino 30/132kV, la cual se conectará, a través de una línea aérea de 132kV, a la subestación de IUN 132/400kV que, a su vez, se conectará a la subestación de Red Eléctrica de España SE Campos 400kV. La potencia aceptada en el punto de interconexión por Red Eléctrica Española es de 75MWn acorde al informe de viabilidad de acceso (en adelante IVA).

Por lo tanto, el presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para obtener la Autorización Administrativa y la Aprobación del proyecto de ejecución, que ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, promulgado por el Real Decreto nº 337/2014 de 9 de mayo, publicado en BOE nº 139 de 9 de junio de 2014, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias promulgadas en el mismo Real Decreto.
- En el orden administrativo, para obtener la Autorización Administrativa de Construcción, según lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y en el artículo 8 del Decreto 80/2007, del 19 de Junio del 2007, por el que se regulan los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica a tramitar por la Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha y su régimen de revisión e inspección.
- Informar al Ayuntamiento de Mula, provincia de Murcia, de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para la subestación, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.
- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA	Validación colirm.e-gestion.es [FVJJKRZ0XLB7JN2O]	22/12	Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional
			2022	

2.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las plantas de generación renovable se caracterizan por funcionar con fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas y, como tales, ser teóricamente inagotables si se utilizan de forma sostenible. Esta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

Este tipo de proyectos, presentan las siguientes ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

- Disminución de la dependencia exterior de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético renovable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de recursos renovables a nivel global.
- No emisión de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Sería, por tanto, compatible con los intereses del Estado, que busca una planificación energética que contenga entre otros los siguientes aspectos (extracto artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible): “Optimizar la participación de las energías renovables en la cesta de generación energética y, en particular en la eléctrica”.

A lo largo de los últimos años, ha quedado evidenciado que el grado de autoabastecimiento en el debate energético es uno de los temas centrales del panorama estratégico de los diferentes países tanto a corto como a largo plazo.

Esta situación hace que los proyectos de energías renovables sean tomados muy en consideración a la hora de realizar la planificación energética en los diferentes países y regiones.

En cuanto a los diferentes convenios internacionales a los que está ligada España, buscan principalmente una reducción en la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero, y la necesidad de desarrollar proyectos con fuentes autóctonas para garantizar el suministro energético y disminuir la dependencia exterior. Razones entre otras por las que se desarrolla la planta fotovoltaica objeto del presente estudio.

 COIIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

El uso de esta energía renovable permite evitar la generación de emisiones asociadas al uso de energías fósiles. En este sentido, el ahorro de combustible previsto significa evitar una emisión equivalente de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y partículas.

Además, el Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 (PANER), aprobado con objeto de cumplir el compromiso para España de producir el 20% de la energía bruta consumida a partir de fuentes de energía renovable, establecido en la Directiva 2009/28/CE, fija objetivos vinculantes y obligatorios mínimos en relación con la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo total de energía.

También recoge objetivos específicos en este sentido:

- Aumentar la cobertura con fuentes renovables de energía primaria, desde el 13,2% correspondiente al año 2010 a un 20% para el año 2020.
- Aumentar la cobertura con fuentes renovables del consumo bruto de electricidad, desde el 29,2% correspondiente al año 2010, al 38,1% para el año 2020.

En definitiva, la construcción de esta Planta se justifica por la necesidad de conseguir los objetivos y logros propios de una política energética medioambiental sostenible. Estos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:

- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos en energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 (PANER).

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

2.3. RESUMEN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD

La CSF genera la energía a través de los paneles de Silicio los cuales transforman la energía solar en energía eléctrica. El presente proyecto está compuesto por **134.010** módulos fotovoltaicos de **650 Wp** cada uno, los cuales están montados sobre **4.467** seguidores a 1 eje. Existirá un único tipo de seguidor, el 1V30 constituido por 30 módulos fotovoltaicos.

La energía producida en corriente continua se transformará en alterna mediante inversores, los cuales tienen una potencia máxima de **215 kVA a 33°C**, y se instalarán un total de **424** distribuidos por toda la CSF.

Además, esta CSF contará con 15 estaciones transformadoras, las cuales elevarán la tensión de los inversores de 800 V a 30 kV, de manera que las pérdidas se minimicen en el transporte de la energía hasta la subestación elevadora. Existirán dos tipos de centro de transformación, el STS-6000K-H1 que contará con una potencia de **6.500 kVA a 40°C** y el STS-3000K-H1 que contará con una potencia de **3.250 kVA a 40°C**. Las estaciones transformadoras serán interconectadas entre sí mediante líneas subterráneas de media tensión 30kV (en adelante LSMT) que son también objeto de este proyecto. Estas LSMT se conectarán a la subestación elevadora de planta 30/132kV.

Desde la subestación elevadora 30/132kV partirá una línea de evacuación consistente en una línea aéreo-subterránea de alta tensión a 132kV. Esta línea de evacuación conectará con la subestación elevadora-colectora 132/400kV a construir anexa a la subestación CAMPOS 400kV propiedad de REE. Esta subestación elevadora-colectora 132/400kV será compartida por varios promotores y constituirá una instalación de enlace Tipo T. La conexión en la subestación CAMPOS 400kV se materializará a través de una nueva posición planificada según RDL 15/2018 que permitirá la conexión del transformador 132/400kV. Tanto la línea de evacuación como las subestaciones son objeto de proyecto independiente.

Por lo tanto, la CSF contará con una potencia pico de **87,107 MWp** (potencia de módulos fotovoltaicos), una potencia instalada de **84,8 MW** (potencia de inversores a 40°C) y **87,75 MVA** en potencia de transformadores. El dimensionamiento de los equipos de la planta queda desarrollado en el anexo cálculos del presente proyecto.

La fase de construcción de la CSF consistirá en las siguientes fases:

Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación del edificio modular prefabricado.
- Cimentación del centro de transformación.
- Hincado de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.

Fase 2: Montaje:

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la planta.

Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	--	----------------------	--

3. TITULAR - PROMOTOR

El titular de la instalación fotovoltaica «CSF EL MOLINO» y sus infraestructuras de evacuación es la sociedad MARPANI SOLAR, 6 S.L.U.

Se indica a continuación los datos de la sociedad:

Datos de la sociedad

Nombre de la sociedad:	MARPANI SOLAR, 6 S.L.U.
CIF:	B88175252
Dirección:	Calle Ombu 3, Planta 2, Madrid, 28045, Madrid. 28020 Madrid

4. AUTOR DEL PROYECTO

El autor del Proyecto es D. Javier Castellote Martínez, colegiado número 591 por Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia (COIIRM)

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	--	---------------	---

5. NORMATIVA APLICABLE

5.1. INTRODUCCIÓN

El diseño de la planta fotovoltaica El Molino debe desarrollarse en base a las normas y códigos nacionales e internacionales. En la siguiente lista, está representado el rango de normas y los códigos que deberán ser considerados en el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente, todo el material relacionado, los equipos y servicios deberán cumplir con la regulación local aplicable, códigos y normas del país/ciudad donde serán instalados. En los casos que existan diferencias entre los códigos y normas de referencia, se deberá aplicar el de mayor grado de protección. A menos que se indique lo contrario, la edición de la norma utilizada será la más actualizada que se encuentre en vigor en el momento del acuerdo de compra.

Cuando dichas normas y estándares no cubren una parte específica, se deberán aplicar otros estándares.

5.2. LEGISLACIÓN NACIONAL

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

- Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- Orden de 5 de septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).
- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE 68, 19-03-2008).
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la orden de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (BOE nº 258 25/10/84) y sus actualizaciones o modificaciones posteriores.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

- 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 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.
- Condiciones técnicas para la conexión a la red de Media Tensión de instalaciones o agrupaciones fotovoltaicas. Documento AG8, edición 4.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, aprobado por Decreto de la Presidencia del Gobierno 2.414/1.961, de 30 de noviembre de 1.961 y disposiciones complementarias.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- UNE 62446 Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- UNE 61727 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

- UNE 61173 Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV).
- UNE 21310 Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- UNE 61227 Sistemas fotovoltaicos terrestres generadores de potencia.
- UNE 20003/1954: Cobre tipo recocido o industrial.
- UNE 20101-5/1996: Transformadores de potencia.
- UNE 20432-3/1994: Ensayo de cables eléctricos.
- UNE 20460-4-41/1998: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21081/1999: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 21127/1991: Tensiones normales.
- UNE 21587/1996: Transformadores de medida.
- UNE EN 60909-0/2002: Corrientes de cortocircuito.
- UNE EN 61330/1997: Centros de transformación prefabricados.
- RBT - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- UNE HD 60364-5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones
- ITC-BT 40: Instalaciones generadoras de baja tensión
- ITC-BT 21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión. CLM.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).

- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Real Decreto 661/2007 por el que se establece la metodología para la actuación y sistematización del régimen económico y jurídico de la actividad de producción de energía en régimen especial.
- Real Decreto 1578/2008, 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.
- Real Decreto 187/2016 del Ministerio de Industria, Energía y Turismo sobre exigencias de seguridad del material eléctrico.
- Real Decreto 186/2016 sobre compatibilidad electromagnética.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones Eléctricas de Puesta en Tierra.
- Normas UNE/IEC y recomendaciones UNESA.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Mula.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.

Nota: Si aparecen nuevos condicionados que modificaran el diseño o alcance los trabajos descritos en esta memoria, supondrá una orden de cambio.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

5.3. LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 1 kV ($U_{max} = 1.2$ kV) and 3 kV ($U_{max} = 3.6$ kV)
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission for standard insulation colors for cables and low frequency networks.
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Materials for Electrical Insulation - Thermal Properties and Durability
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior coverings with a special protection function and that are applied by extrusion
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEEE 48: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for terminals of medium and high voltage cables
- IEEE 592: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for semiconductor coatings of medium voltage splices and connectors
- IEC 60502-2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)
- IEC 60055: International Standard of the International Electrotechnical Commission - Cables with insulation for rated voltages up to 18/30 kV (with copper or aluminum conductors)
- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior cable coverings with a special protection applied by extrusion
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60446: International Standard of the International Electrotechnical Commission Fundamental safety principles for the human-machine interface, marking and identification. Identification of conductors by color or by numbers
- IEC 60502-2: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 6 kV ($U_{max} = 7.2$ kV) and 30 kV ($U_{max} = 36$ kV)
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEC 60986: International Standard of the International Electrotechnical Commission for short-circuit temperature limits on rated voltage cables of 6 kV ($U_{max} = 7.2$ kV) and 30 kV ($U_{max} = 36$ kV)
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

5.4. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- UNE-EN-ISO 9000:2015-Quality Management System.
- UNE-EN-ISO 9001:2015-Fundamentals and Vocabulary.
- UNE-EN-ISO 9004:2018-Quality Management Systems. Directives to improve performance.
- ISO 10005:2018-Quality management-Guidelines for quality plans.
- ISO 10006:2018-Quality management-Guidelines for quality in project management
- ISO 10007:2018-Quality management-Guidelines for configuration management.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	22/12 2022	 VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM
--	---------------	--

5.5. FABRICANTES DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- ISO 9001:2015 - Quality management systems – Requirements.
- ISO 14001:2015 - Environmental management systems – Requirements.
- ISO 45001:2018 - Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use
- IEC 62759-1:2015 - Photovoltaic (PV) modules - Transportation testing - Part 1: Transportation and shipping of module package units.
- [IEC TS 62941:2016 - Guideline for increased confidence in PV module design qualification and type approval.]

5.6. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- IEC 61215:2006 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval.
- IEC 61730-1:2016 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 1: Requirements for construction.
- IEC 61730-2:2016 Photovoltaic (PV) module safety qualification - Part 2: Requirements for testing.
- IEC 61701:2011 - Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules.
- IEC 60068-2-68:1994 - Wind-blown dust and sand.
- IEC TS 62804:2015 - For Potential Induced Degradation resistance at system voltage.
- IEC 61345:1998 - UV test for photovoltaic (PV) modules.
- IEC 61853-1:2011 - Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

5.7. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

- IEC 60891:2009 - Procedures for temperature and irradiance correctives to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices.
- IEC 60904-1, Photovoltaic devices. Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics.
- IEC 60904-2:2015 - Photovoltaic devices. Part 2: Requirements for reference solar cells.
- IEC 60904-3:2019 - Photovoltaic devices. Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data.
- IEC 60904-4:2019 - Photovoltaic devices - Part 4: Reference solar devices - Procedures for establishing calibration traceability.
- IEC 60904-5:2011 - Photovoltaic devices - Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method.
- IEC 60904-6:1994 - Photovoltaic devices - Part 6: Requirements references solar modules.
- IEC 60904-7:2008 - Photovoltaic devices - Part 7: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device.
- IEC 60904-8, Photovoltaic devices - Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device.
- IEC 60904-9:2017 - Solar simulator performance requirements.
- IEC 60904-10:2009 - Photovoltaic devices - Part 10: Methods of linearity measurement.
- ISO 2859-1: 2012 - Sampling procedures for inspection by attributes.
- ISO/IEC 17025:2017 - General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA	

5.8. OTRAS NORMAS ESPECÍFICAS

- ISO 14713:2017 - Zinc coatings Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and Steel in structures- part 2: Hot dip galvanizing.
- ISO 1461:2010 - Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles — Specifications and test methods.
- ASTM A123 Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
- IEC 60364-1:2005 - Low-voltage electrical installations.
- EN 62271-100, AC high voltage circuit breakers.
- EN 62271-102, AC high voltage disconnector switches and earth switches.
- IEC 62271-200:2011 - AC metal-enclosed switchgear and control gear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.
- IEC 62271-202:2014 - High voltage/low voltage prefabricated substations.
- IEC 61378-1:2011 - Part 1: Transformers for industrial applications.
- IEC 60076 series, Power transformers.
- IEC 62053 series, Electricity metering equipment (a.c.)
- IEC 61439 and 60439 series, Low-voltage switchgear and controlgear assemblies.
- IEC 60947 series, Low-voltage switchgear and control gear.
- IEC 60364 series, Low-voltage electrical installations.
- IEC 61936 series, Power installations exceeding 1 kV a.c.
- IEC 62305 series, Protection against lightning.
- IEC 62055 series, Electricity metering – Payment systems.
- IEC 60502 series, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1.2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV).
- IEC 60287 series, Electric cables - Calculation of the current rating.
- IEC 60853, Cyclic rating factor for cables up to and including 18/30 (36) kV.
- IEC 60044-1 & A1, Instrument transformers: Part 1 – Current transformers.
- IEC 60044-2, Instrument transformers: Part 2: Inductive voltage transformers.
- IEC 62262:2002 - Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts.
- IEC 60529, Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).

- IEC 62116:2014 - Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measure
- IEC 62109 Safety of power converters for use in photovoltaic power systems.
- IEC 61000: Electromagnetic compatibility (EMC).
- IEC 62271-200:2011 - A.C. metal-enclosed switchgear and control gear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.
- IEC 62271-202:2014 High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: High-voltage/ low-voltage prefabricated substation
- IEC 60364-5-523:1999 - "Electrical installations of buildings".
- IEC 60228:2004 - Conductores de cables aislados.
- IEC 60287-1-1 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
- IEC 60332 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
- IEC 60502-1 Cables de potencia con aislamiento seco extruido y sus accesorios para tensiones de 1 a 30 kV.
- IEEE Std 80-2000 Guide for Safety in AC Substation Grounding.
- UNE-HD 60364-5-52:2014 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

6. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

6.1. LOCALIZACIÓN

La planta fotovoltaica CSF El Molino se sitúa en el término municipal de Mula, provincia de Murcia. El acceso a la planta se realizará a través de varios puntos de acceso debido a la distribución de parcelas que han sido asignadas como terreno de planta.

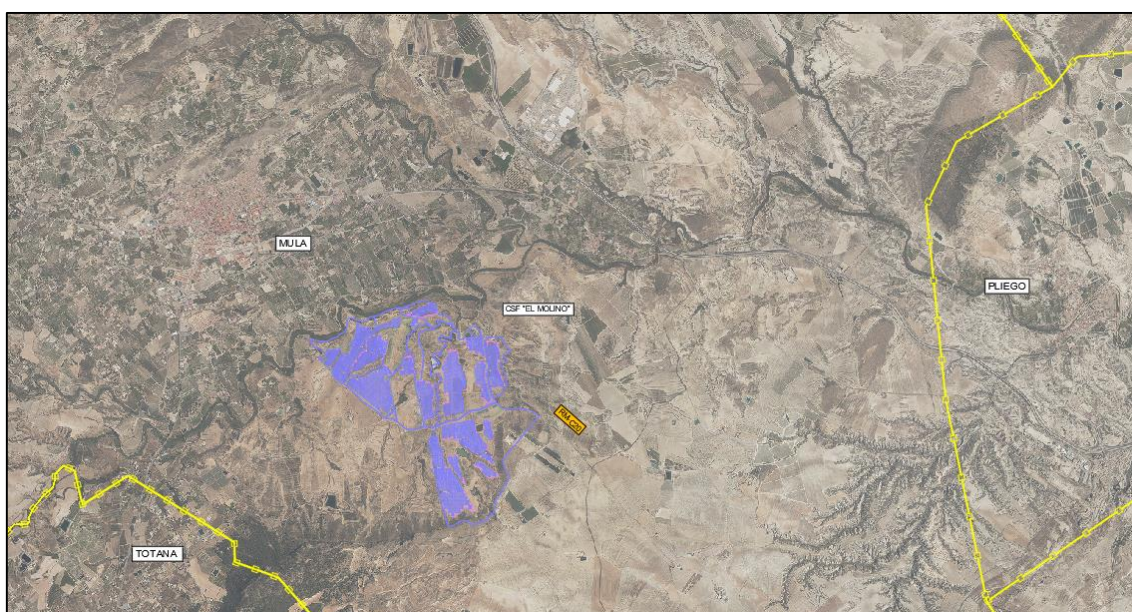


Figura 2: Localización del Proyecto

La zona seleccionada para la implantación del Proyecto presenta una altura aproximada de 510 m.s.n.m., y las coordenadas de referencia de la Central Solar Fotovoltáica son las siguientes:

COORDENADAS UTM ETRS89		
CSF	X	Y
CSF El Molino	634.533	4.209.350

Tabla 1: Coordenadas del Emplazamiento

En la siguiente figura se muestra la Irradiación global media del emplazamiento de la CSF.

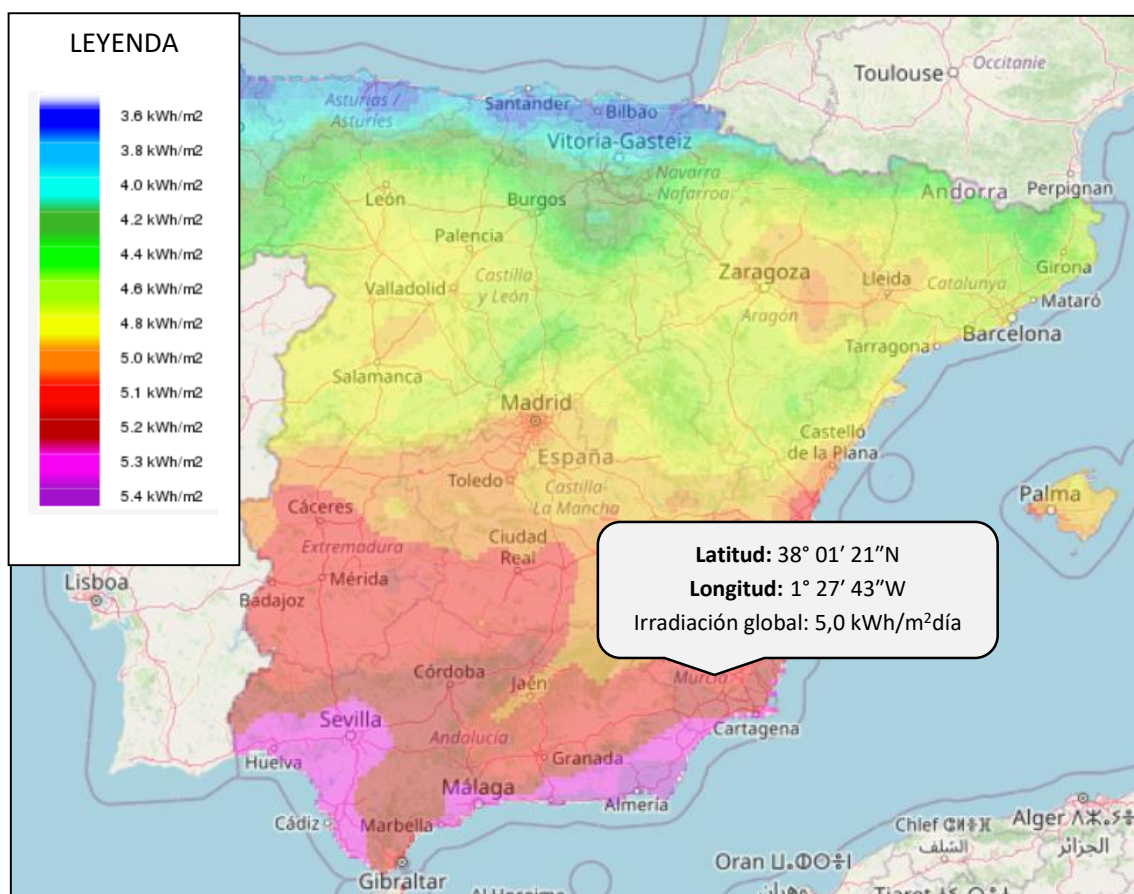


Figura 3: Mapa radiación España – Fuente: ADRASE

6.2. POLÍGONOS Y PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS

La planta fotovoltaica CSF El Molino se instalará en los terrenos correspondientes a las siguientes parcelas del Término Municipal de Mula (Región de Murcia):

PARCELA NO.	PROVINCIA	MUNICIPIO	POLÍGONO	PARCELA	REF. CATASTRAL	SUPERFICIE PARCELA (HA)
1	MURCIA	MULA	66	7	30029A06600007	10.868
2	MURCIA	MULA	66	6	30029A06600006	7.499
3	MURCIA	MULA	66	8	30029A06600008	72.120
4	MURCIA	MULA	66	2	30029A06600002	231.693
5	MURCIA	MULA	66	4	30029A06600004	91.381
6	MURCIA	MULA	66	5	30029A06600005	204.438
7	MURCIA	MULA	66	15	30029A06600015	175.344
8	MURCIA	MULA	66	18	30029A06600018	63.005
9	MURCIA	MULA	66	14	30029A06600014	225.610
10	MURCIA	MULA	66	13	30029A06600013	480.495
11	MURCIA	MULA	67	8	30029A06700008	961.812
12	MURCIA	MULA	60	49	30029A06000049	113.762
13	MURCIA	MULA	66	19	30029A06600019	194.832

Tabla 2: Parcelas de implantación de la Central Solar Fotovoltaica

La superficie de parcela corresponde con la superficie catastral de las mismas, datos extraídos de <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>. En total, se dispone de una superficie parcelaria según catastro de 2.832.859m² (283,2859ha)

La superficie vallada suma un total de 121,9 ha y corresponde con la superficie aprovechable de la parcela en la que se podrían poner seguidores solares. Se descartan por tanto aquellas zonas de protección de infraestructuras en las que las obras no son compatibles con las mismas, zonas con pendientes superiores a las permitidas por la normativa y aquellas zonas que pudieran recibir sombras de objetos y terreno existente.

La superficie construida suma un total de 43,45 ha y se correspondería con la proyección vertical de los seguidores en posición horizontal, y la ocupación de las estaciones transformadoras, casetas de control y demás elementos y equipos de la central solar fotovoltaica.

Por otro lado, la longitud del vallado cinegético asciende a 22.331 y la longitud de los caminos interiores o perimetrales de la planta tienen un total de 4.270 metros lineales y estarán dedicados para el mantenimiento de la misma y el acceso a los Centros de Transformación.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	----------------------	---

6.3. OROGRAFÍA DEL TERRENO

El área de ocupación es franqueada por relieves topográficos correspondientes a la Finca El Molino y Manzanete.

Por la zona discurren varios cauces hídricos afluentes del Río Pliego, los cuales no transportaban agua en el momento de la realización de la campaña de investigaciones de campo.

La superficie del marco de estudio presenta un relieve llano en el entorno y con ondulaciones muy suaves en las zonas de los cauces hídricos.

Este paisaje es llano en las zonas de cultivo (principalmente almendro), presentando una pendiente reducida y enmarcándose la mayor parte del terreno en el rango de 3-10%. Las pendientes más elevadas, que no afectan a la implantación de la CSF, se localizan en las zonas cercanas a los cauces o montes, con una pendiente máxima que puede rondar el 25%.

El diseño de la implantación de la Instalación Fotovoltaica ha sido realizado teniendo en cuenta la orografía del terreno, para lo que se ha realizado un levantamiento topográfico de la zona de actuación y se han determinado las pendientes máximas de cara a identificar aquellas zonas que pudieran requerir movimientos de tierra para cumplir con las tolerancias máximas admisibles de instalación de los seguidores en el eje Norte- Sur.

A continuación, se muestra el levantamiento topográfico realizado con las curvas de nivel cada 0,25m, así como una imagen con las pendientes máximas del terreno.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12 2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

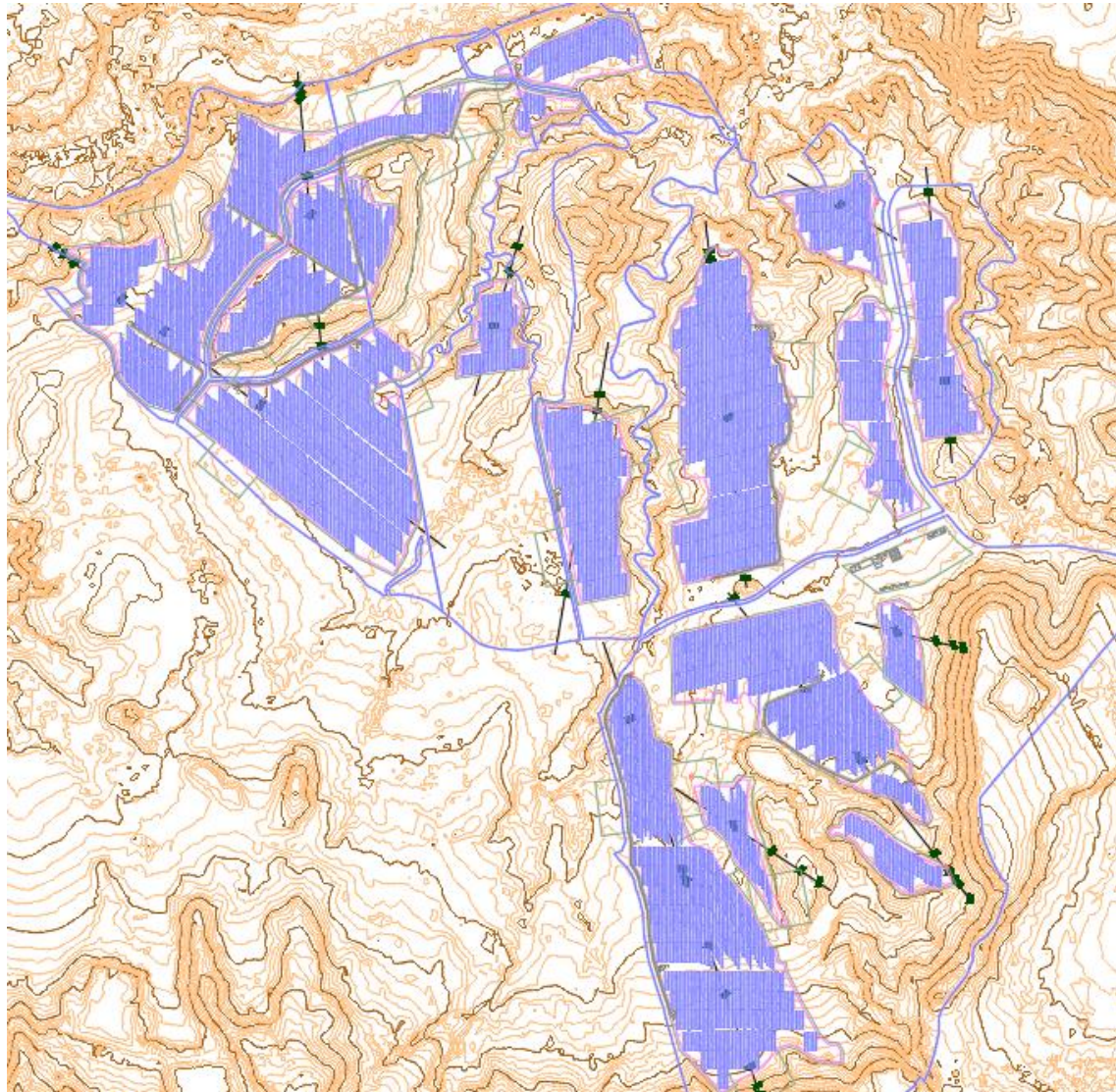
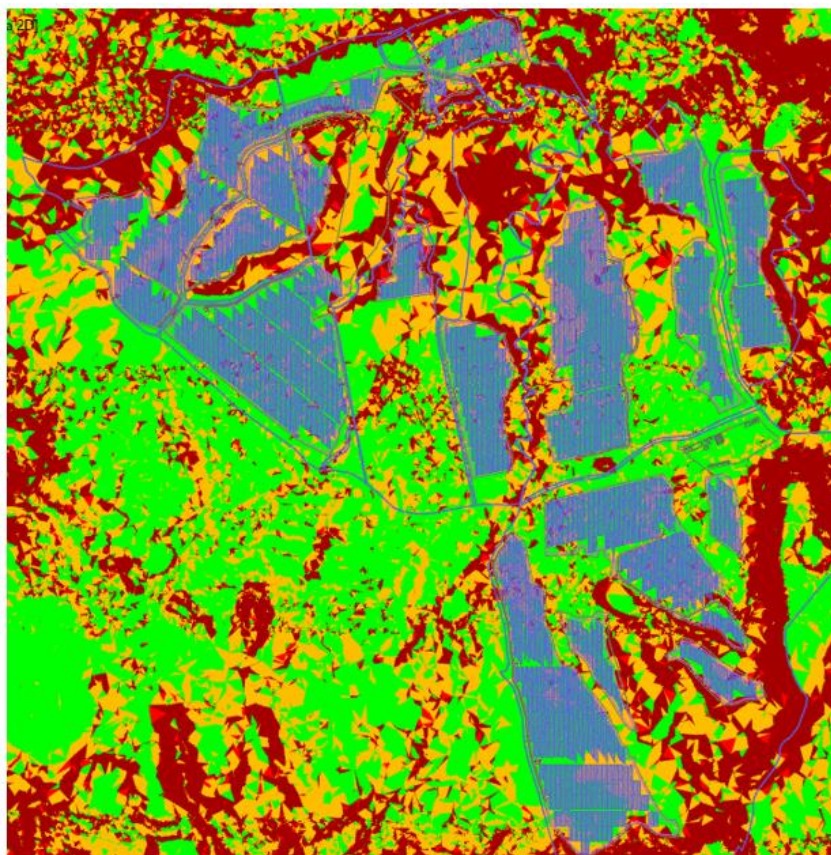


Figura 4: Levantamiento Topográfico del Parque Solar



LEYENDA	
	PENDIENTE DE 0-10%
	PENDIENTE DE 10-23,5%
	PENDIENTE DE 23,5-25%
	PENDIENTE >25%

Figura 5: Pendientes Máximas del Terreno (Fuente: EIA)

6.4. ACCESOS A PLANTA

Los accesos a la CSF se realizan por caminos de titularidad pública o la carretera local provincial RM-C20 anexos a las parcelas de la central solar. En general, a todas las parcelas se podrá acceder desde alguna de las siguientes vías de comunicación:

- Carretera Autonómica RM-020
- Caminos públicos (Carretera de Pliego a Manzanete y otros innominados).

A estos accesos se accede desde el término municipal de Mula. En la siguiente tabla se encuentran las coordenadas de las puertas de acceso a las diferentes islas de la CSF:

Nº ACCESO	COORDENADAS UTM ETRS 89		
	X:	Y:	ZONA:
1	633619	4209437	30S
2	633697	4209536	30S
3	633846	4209808	30S
4	633971	4209976	30S
5	634341	4210144	30S
6	634355	4210159	30S
7	633772	4209496	30S
8	633861	4209797	30S
9	633972	4209958	30S
10	635245	4270636	30S
11	634371	4209528	30S
12	634785	4209075	30S
13	635152	4209491	30S
14	635203	420949	30S
15	635131	4209887	30S
16	634599	4208867	30S
17	634729	4208643	30S

Nº ACCESO	COORDENADAS UTM ETRS 89		
	X:	Y:	ZONA:
18	635281	4 208452	30S
19	635211	4208632	30S
20	635237	4208794	30S
21	635197	4209154	30S

Figura 6: Accesos a la CSF.

En algunos casos el desplazamiento entre islas puede realizarse a través de la misma parcela evitando así la cantidad de caminos internos a acondicionar.

6.5. JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA

Para la elaboración del Proyecto de Ejecución se ha tenido en cuenta la normativa provincial y municipal recogidas en el apartado 5. *Normativa Aplicable*.

El refundido del Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Mula fue aprobado por Pleno en sesión del 28 de junio de 2012. Acorde a dicho PGOU, el terreno utilizado es considerado como no urbanizable.

A su vez, el terreno no urbanizable se divide en los siguientes tipos:

- Regadío 5a
- Secano 5b
- Forestal y montes 5c
- Con protección específica 5d

Acorde a los planos del PGOU, se puede identificar que el suelo no urbanizable donde se ubicará la CSF El Molino es del tipo secoano 5b tal y como se aprecia en la siguiente imagen:

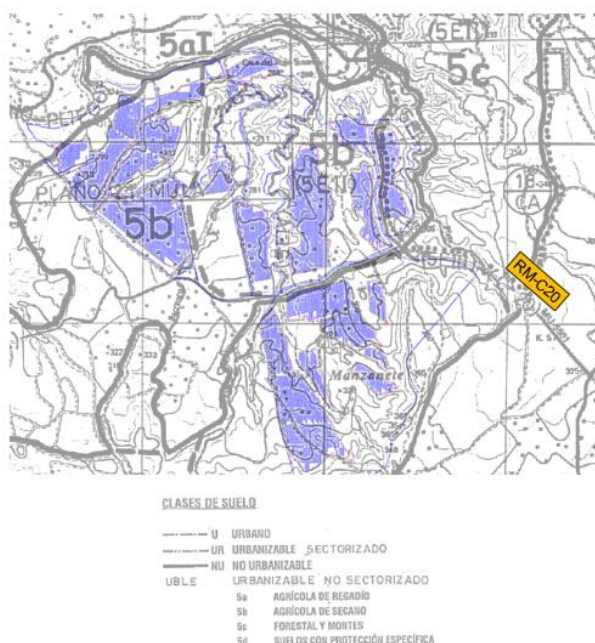


Figura 7: Tipo de suelo acorde al PGOU vigente.

Por lo tanto, según PGOU en el suelo No Urbanizable de seco tipo 5b las actividades permitidas son las siguientes:

**CONDICIONES DE
USO DE LA
EDIFICACIÓN**

Permitidos:



- * **Las destinadas a explotaciones agrícolas que guarden relación con la naturaleza, extensión y utilización de la finca:**
Vinculadas a explotaciones agrícolas o ganaderas. Para la compatibilidad de usos ganaderos con el residencial se
- * **Las construcciones e instalaciones vinculadas a la ejecución, entretenimiento y servicio de las obras públicas.**
- * **Vivienda familiar**, donde no exista posibilidad de formación de núcleo de población.
- * **Las edificaciones e instalaciones de utilidad pública o interés social que no tengan cabida en los suelos urbanos o urbanizables.**
- * **Los relacionados con la actividad extractiva que guarden relación con la explotación, previo informe favorable de órgano competente.**

Por lo tanto, la instalación de una Central Solar Fotovoltaica está permitida en este uso de suelo al no tener cabida en los suelos urbanos o urbanizables.

7. RETRANQUEOS Y DISTANCIAS A RESPETAR EN LA CSF

A la hora de realizar la implantación de la CSF, se han considerado, tanto para la implantación de seguidores como para la implantación de vallado, las distancias mínimas a caminos y linderos estipuladas en las Normas Urbanísticas del Plan General Municipal de Ordenación del término municipal de Mula (Murcia), las cuales se resumen en la siguiente tabla:

RETRANQUEOS AYUNTAMIENTO DE MULA		
Afección	Retranqueo	Inicio del Retranqueo
Retranqueo de construcción mínimo respecto lindero de parcelas colindantes	10 metros	Todo punto de ocupación posible de los paneles en su inclinación más desfavorable
Retranqueo de construcción mínimo respecto a eje de caminos públicos	15 metros	Todo punto de ocupación posible de los paneles en su inclinación más desfavorable
Vallado respecto linderos de parcelas colindantes.	4,5 metros	Se podrá realizar el vallado de la CSF hasta el lindero de la parcela.
Vallado respecto eje de caminos públicos	4,5 metros	Se reservará libre de edificación mínimo una franja de 4,5 metros desde el lindero de camino hasta el inicio del vallado.

Tabla 3: Distancias mínimas según normas urbanísticas de Mula.

8. AFECCIONES CONSIDERADAS

A pesar de que la CSF se ha proyectado de tal forma que afecte lo menos posible a la riqueza paisajística (cruzamiento con arroyos) e infraestructuras existentes (carreteras, vías pecuarias, líneas eléctricas...) no ha sido posible evitar una no afección.

Por tanto, en los lugares donde se genere una afección a algún organismo, se les ha solicitado la correspondiente autorización para llevar a cabo las actuaciones necesarias para la construcción de la línea. Atendiendo a lo anterior, se redactaron las separatas necesarias para conseguir el citado fin.

En los siguientes apartados se muestra una relación de estos organismos afectados, así como las actuaciones que son objeto de petición. La información de estas actuaciones proyectadas será ampliada en las separatas del proyecto, las cuales se enviarán a los diferentes organismos con el objeto de obtener las autorizaciones correspondientes.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
--	---	---------------	--	---

8.1. AFECCIONES AYUNTAMIENTO DE MULA

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, el Layout de la Central Solar Fotovoltaica El Molino afecta a la relación de parcelas indicadas en el punto 7.2.

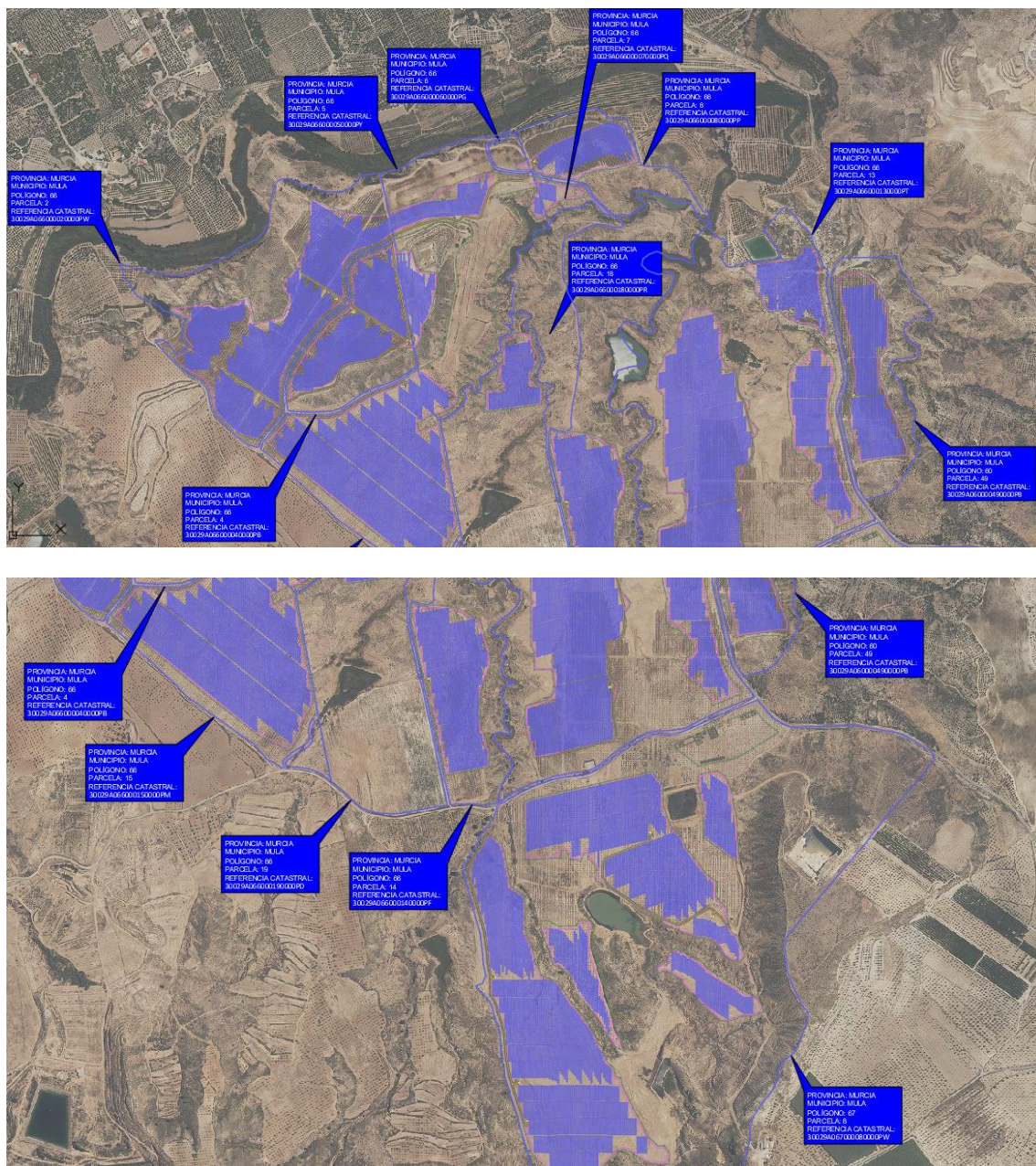


Figura 8: Parcelas afectadas por la implantación de CSF El Molino

Así mismo se afectan determinados caminos públicos que serán cruzados mediante zanja. En algún caso esporádico podrán ser utilizados para el ruteado de estos cables. En dichos casos se solicitaría la pertinente autorización para la realización de estas canalizaciones.

AYUNTAMIENTO DE MULA					
T.M.	POL.	PAR.	REF. CATASTRAL	DENOMINACIÓN	AFECCIÓN
Mula	66	9006	30029A066090060000PF	Camino Innominado	Cruzamiento LSMT 30kV y LSBT 800V
Mula	66	9006	30029A066090060000PF	Camino Innominado	Paralelismo CSF
Mula	66	9007	30029A066090070000PM	Camino Innominado	Cruzamiento LSMT 30kV y LSBT 800V
Mula	66	9007	30029A066090070000PM	Camino Innominado	Paralelismo CSF
Mula	66	9005	30029A066090050000PT	Camino Innominado	Cruzamiento LSMT 30kV y LSBT 800V
Mula	65	9002	30029A065090020000PO	Camino Tejera	Paralelismo CSF
Mula	66	9001	30029A066090010000PG	Carretera Pliego a Manzanate	Cruzamiento LSMT 30kV y LSBT 800V
Mula	66	9001	30029A066090010000PG	Carretera Pliego a Manzanate	Paralelismo CSF

Tabla 4: Afección a Ayuntamiento de Mula

8.2. AFECCIONES MEDIOAMBIENTALES. RED NATURA 2000

Tal y como se puede observar en la siguiente imagen, la CSF El Molino, en su zona norte, se proyecta en terrenos limítrofes con una Zona de Especial Conservación (ZEC) o Lugar de Interés Comunitario (LIC). Por otro lado, también hay colindantes unos Lugares de Interés Geológico que también han sido evitados.

- Zona ZEC o Zona LIC
 - Nombre: Río Mula y Pliego
 - Código: ES6200045
 - Superficie (ha): e 881,85 Ha (aproximado)
 - Longitud (km): 40
- Zona LIG
 - Nombre: Dique de Rocas Ultrapotásicas de Mula
 - Código: LIGMU-31
 - Superficie (ha): 4,5
 - Nombre: Geodiversidad de La Puebla y los Baños de Mula
 - Código: LIGMU-32
 - Superficie (km2): 4,5

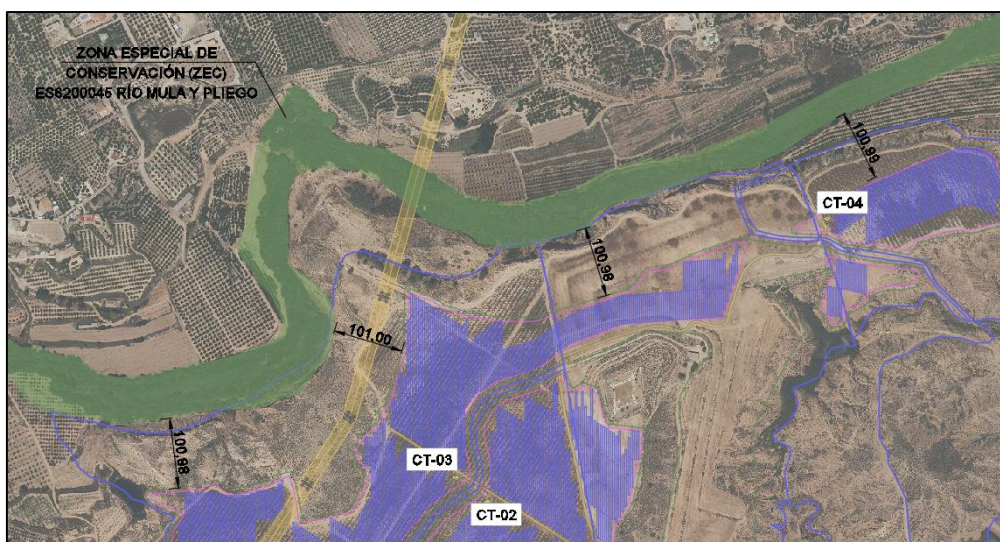


Figura 9: Afecciones Red Natura 2000

Como norma general, se ha mantenido un retranqueo mínimo de 100 metros desde el vallado a la zona ZEC / LIC tal y como se aprecia en la imagen superior por lo que no se realiza ningún tipo de afección a esta zona de especial conservación. Esta distancia viene indicada por el informe de la Subdirección General de Patrimonio Natural y Cambio Climático fechado el 5 de julio de 2021.

8.3. AFECCIÓN A LUGAR DE INTERÉS GEOLÓGICO

En todo momento los suelos catalogados como Lugar de Interés Geológico (LIG) serán respetados. La parcela 49 del polígono 60 está parcialmente catalogada como LIG pero la zona vallada y utilizada de la misma queda fuera de esta afección tal y como se aprecia en la siguiente imagen:

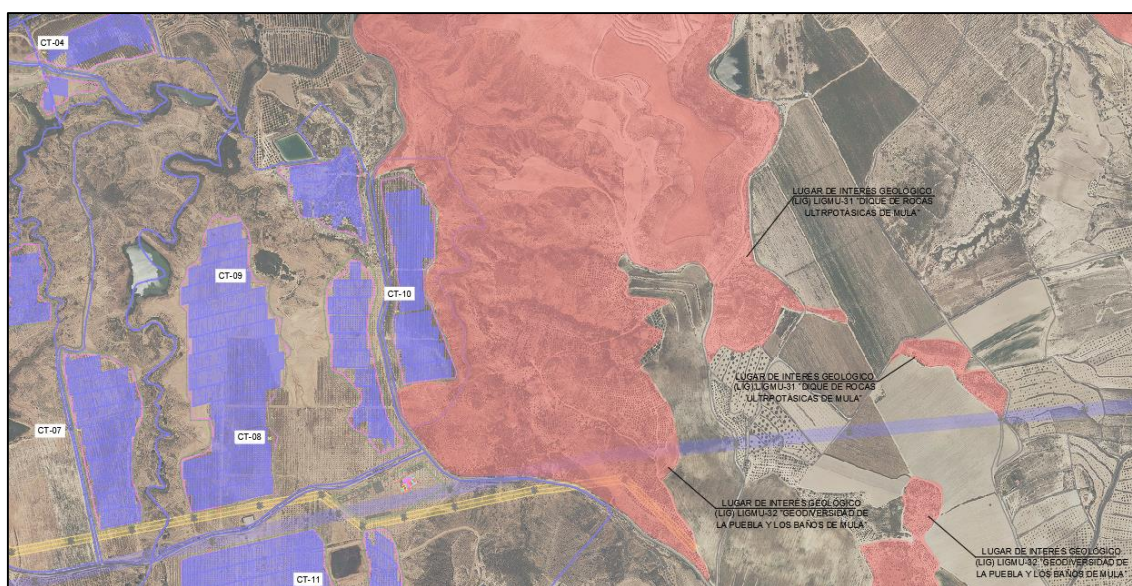


Figura 10: Afecciones a LIG

8.4. RED DE CARRETERAS DE LA REGIÓN DE MURCIA

Ley 37/2.015, de 29 de octubre de carreteras en la que se cumplirán lo especificado en los siguientes artículos 28, 29, 31, 32 y 33. En este caso las distancias horizontales y sus límites de edificación están representados en la Figura y Tabla inferior.

La carretera RM-C20 pertenece a la red de carreteras autonómicas de la Región de Murcia siendo catalogada como carretera de 3º nivel.

La línea límite de edificación es la situada a 18 metros tal y como se ve en la siguiente imagen y en la tabla inferior. La zona de afección será de 30 metros para este tipo de carreteras locales-provinciales.

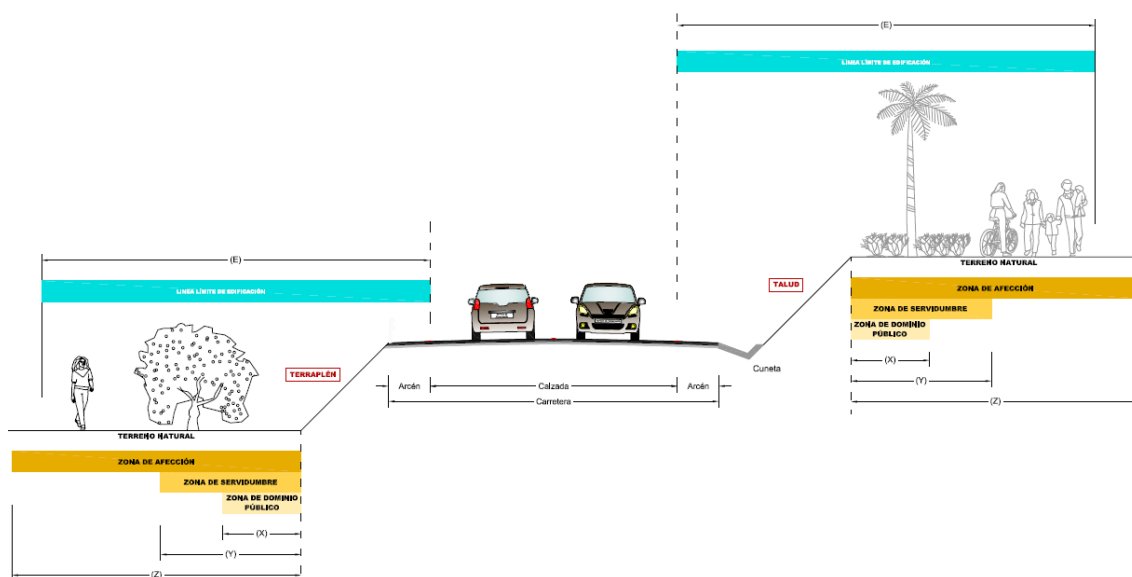


Figura 11: Afección a carreteras.

	DISTANCIAS CARRETERA PROVINCIAL TERCER ORDEN (m)
ZONA DE DOMINIO PÚBLICO (X)	3
ZONA DE SERVIDUMBRE (Y)	8
ZONA DE AFECCIÓN (Z)	30
LÍNEA LÍMITE DE EDIFICACIÓN (E)	18

Tabla 5: Distancias mínimas a carreteras.

Las zonas de dominio público, zona de servidumbre y zona de afección serán medidas respecto la arista exterior de la explanación que es la intersección del talud del desmonte, del terraplén

o, en su caso, de la cara exterior de los muros de sostenimiento colindantes con el terreno natural.

La zona límite de edificación será medida respecto la arista exterior de la calzada que se define como el borde exterior de la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en general (línea blanca que delimita el arcén).

CARRETERAS CARM		
INFRAESTRUCTURA QUE AFECTA	TIPO DE AFECCIÓN	INFRAESTRUCTURA AFECTADA
Central Solar Fotovoltaica	Paralelismo CSF	RM-C20
Central Solar Fotovoltaica	Ocupación zona de afección por vallado	RM-C20
LSMT 30kV Interconexión	Cruzamiento mediante Zanja	RM-C20

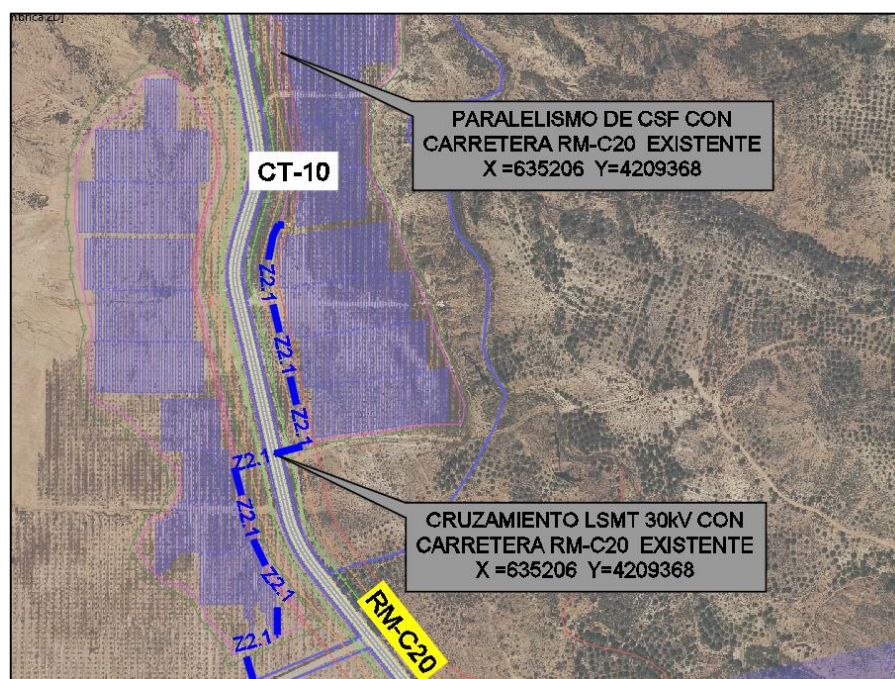


Tabla 6: Afección a Carreteras.

8.5. I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

En el emplazamiento donde se pretende construir la planta fotovoltaica CSF El Molino existen varias líneas eléctricas con diferentes niveles de tensión. A la hora de realizar la implantación de la planta fotovoltaica, se han respetado las siguientes distancias:

- LAMT ≤ 45 kV: 10 metros de la implantación al eje de la línea (franja de 20 metros).
- LAAT ≤ 132 kV: 15 metros de la implantación al eje de la línea (franja de 30 metros).
- LAAT 220 kV: 20 metros de la implantación al eje de la línea (franja de 40 metros).
- LAAT 400 kV: 25 metros de la implantación al eje de la línea (franja de 50 metros).

I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.		
INFRAESTRUCTURA QUE	TIPO DE AFECCIÓN	INFRAESTRUCTURA AFECTADA
Central Solar Fovovoltaica	Ocupación Servidumbre por Vallado	LAMT 20kV
Central Solar Fovovoltaica	Paralelismo	LAMT 20kV
LSMT Interconexión 30kV	Cruzamiento	LAMT 20kV
Central Solar Fovovoltaica	Ocupación Servidumbre por Vallado	LAAT 132kV
Central Solar Fovovoltaica	Paralelismo	LAAT 132kV
LSMT Interconexión 30kV	Cruzamiento	LAAT 132kV

Tabla 7: Afección I-DE Redes Eléctricas

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
Habilitación Profesional
Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

22/12 2022

COIIRM
MURCIA
VISADO : MU2204395
Validation coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]



8.6. HIDROLOGÍA

La zona de estudio se encuentra enmarcada en la Confederación Hidrográfica del Segura (CHS). Dentro de la cuenca del río Pliego y Mula, ha sido posible delimitar varias subcuencas que tienen influencia directa sobre la planta de la futura CSF y que, por tanto, son objeto de estudio.

Según el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, se dejará una distancia de servidumbre de 5 metros desde el Dominio Público Hidráulico (DPH) y una zona de policía de 100 metros desde la misma zona, para los arroyos existentes, pertenecientes a la Confederación Hidrográfica del Segura³

En algunos casos la construcción de la CSF ocupa la zona de policía de varios cauces hídricos. Estas ocupaciones serán de carácter permanente durante la vida útil de la planta solar fotovoltaica asociada. El parque solar tiene una vida útil estimada de 40 años, tras lo cual está previsto su desmontaje.

En ningún caso se ocupará la zona de servidumbre, la cual es de 5 metros desde la zona de máxima crecida del cauce.

La topografía en el área de estudio se traduce en un cauce de agua principal, denominado Río Pliego, que dista a más de 100 metros de la zona norte, y varios cauces secundarios afluentes del mismo, más pequeños, que se forman en las zonas montañosas y descienden hacia la planta estudiada de norte a sur.

Analizando estos cauces secundarios, se ha observado que fluyen en dirección norte y que pierden su continuidad, probablemente fruto de las labores agrícolas.

A continuación se muestra una imagen con los cauces hídricos detectados:

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

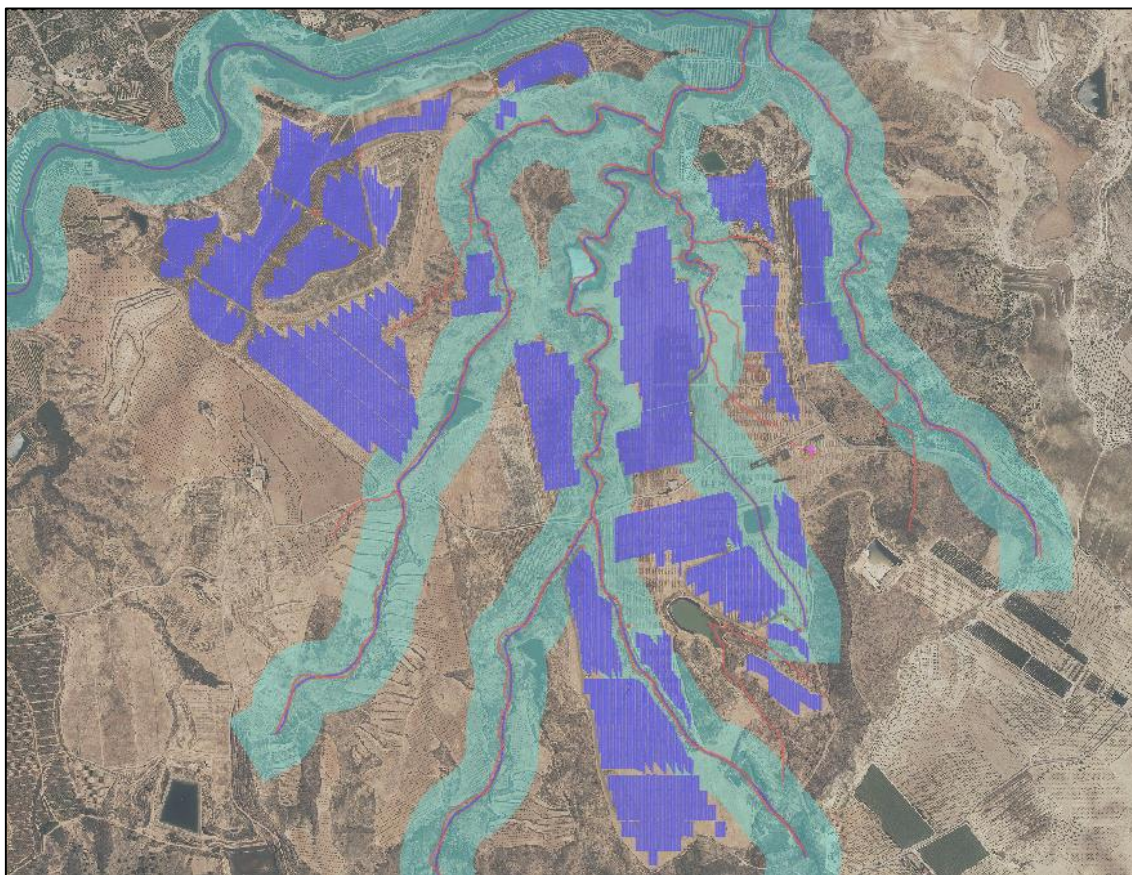


Figura 12: Afecciones a cauces hídricos.

En el caso de los cauces secundarios, se ha observado que varios de ellos han perdido su continuidad debido a labores agrícolas. No obstante, han sido respetados en la implantación de la CSF.

Esta discontinuidad no se debe a fenómenos geológicos y parece producto de labores agrícolas. En este sentido, se han consultado ortofotos históricas en las que se ve el terreno en el estado que está actualmente, por lo que la topografía actual del terreno puede estar consolidada desde hace más de 70-80 años.

A la hora de realizar la implantación de la Planta Fotovoltaica, se ha respetado tanto el DPH como la Zona de Servidumbre de 5 m de acuerdo al Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, estando el Vallado perimetral de la instalación fuera de los límites establecidos.

A pesar de ello, destacar que, sí se proyecta el uso de la zona de policía para la implantación de módulos fotovoltaicos, caminos, zanjas de cableado y vallado perimetral.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA		
INFRAESTRUCTURA QUE AFECTA	TIPO DE AFECCIÓN	INFRAESTRUCTURA AFECTADA
Central Solar Fotovoltaica	Ocupación zona de policía	Barranco de Manzanete
Central Solar Fotovoltaica	Ocupación zona de policía	Barranco del Águila
Central Solar Fotovoltaica	Ocupación zona de policía	Cauce innominado (varios)
LSMT Interconexión 30kV	Cruzamiento	Barranco de Manzanete
LSMT Interconexión 30kV	Cruzamiento	Barranco del Águila
LSMT Interconexión 30kV	Cruzamiento	Cauce innominado (varios)

Tabla 8: Afección a CHS

9. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

9.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED

Una central de generación solar fotovoltaica consiste en la producción de electricidad aprovechando la radiación solar como recurso. La conversión de la radiación solar en electricidad se realiza en los módulos fotovoltaicos, posteriormente dicha energía se acondiciona y se inyecta a la red eléctrica de generación para su distribución hasta los puntos de consumo.

La unidad más pequeña de generación es la célula fotovoltaica. La célula fotovoltaica transforma la radiación solar que incide en ella en electricidad mediante el denominado efecto fotoeléctrico. Varias células se conectan entre ellas formando un módulo fotovoltaico. La electricidad generada por los módulos fotovoltaicos es en corriente continua. Los diversos módulos se unen eléctricamente en serie formando el denominado string o cadena fotovoltaica. Las *strings* de módulos están a su vez unidas eléctricamente entre ellas y la electricidad producida por la combinación de estas cadenas es conducida a un inversor. Al conjunto de paneles que vierten su energía a un mismo inversor se denomina subcampo y al conjunto de paneles que componen la CSF se denomina generador fotovoltaico.

Las principales funciones del inversor fotovoltaico son:

- Agrupar la energía generada por un conjunto de módulos, denominado subcampo.
- Transformar la corriente continua producida en los módulos en corriente alterna.
- Acondicionar la corriente alterna adecuándola para su inyección.
- Fijar el punto de trabajo de los módulos logrando el mayor rendimiento de la instalación.
- Proteger la instalación fotovoltaica frente a fallas del generador y a la red de inyección.

Los inversores se agrupan en conjuntos para evacuar la energía ya acondicionada a un transformador, que eleva la tensión de salida de la electricidad del inversor hasta el voltaje de distribución de energía de la CSF. El conjunto inversor-transformador se denomina CT (Centro de transformación). Los distintos CTs que componen la CSF se agrupan entre sí para conducir la electricidad generada hasta la subestación de planta o centro de seccionamiento, dónde en caso

de ser necesario se eleva la tensión y se distribuye hasta el punto de evacuación eléctrica concedido a través de una línea de evacuación.

Con la finalidad de incrementar la radiación solar incidente en los módulos fotovoltaicos y, por tanto la producción eléctrica, los módulos se disponen en estructuras móviles que siguen al sol denominados seguidores. El eje de los seguidores propuestos en esta instalación se orienta en dirección Norte-Sur, la rotación sobre el propio eje de los paneles permite la orientación de los mismos en dirección este y oeste.

La instalación fotovoltaica también incorpora todos los elementos necesarios para garantizar la protección física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red.

Entre otros, la instalación cuenta con un interruptor automático de la interconexión, seccionadores de la parte de generación en continua y en la parte de alterna y, control remoto de la instalación. Adicionalmente, con un equipo de medida realiza la medición y facturación de la energía inyectada a la red de generación.

Con la finalidad de minimizar pérdidas y mejorar el punto de trabajo del conjunto de la planta fotovoltaica se sobredimensionará aproximadamente un 20% la parte generadora frente a la potencia en los inversores.

Como principales ventajas de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red se pueden mencionar las siguientes:

- Presentan una gran simplicidad.
- La energía se genera en el propio lugar en que se consume.
- Montaje sencillo y reducido mantenimiento.
- Alta calidad energética con elevada fiabilidad.
- Características modulares que hacen sencillas posteriores ampliaciones.
- No producen ruidos ni emisiones de ningún tipo por lo que no alteran el medio ambiente.

La planta estará controlada en todo momento por el control denominado *Power Plant*, en el que se controlarán parámetros como el factor de potencia (Inyección de energía reactiva), limitación de potencia, etc.

A continuación, se muestra un esquema del principio de funcionamiento de la Instalación Solar Fotovoltaica El Molino.

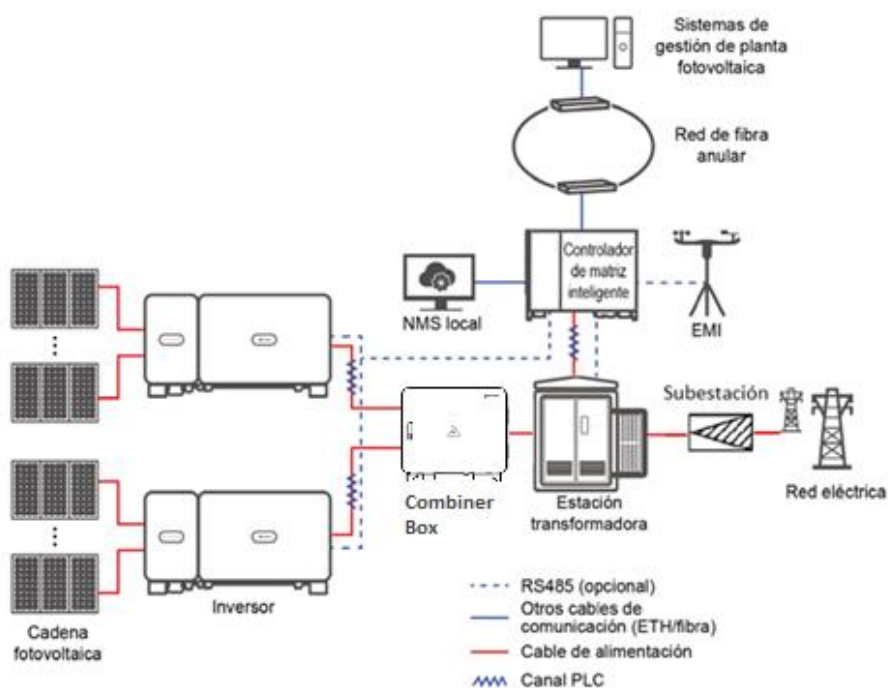


Figura 13: Principio de funcionamiento de la CSF.

10. CRITERIOS DE DISEÑO

10.1. CONSIDERACIONES DE PARTIDA

PANEL FOTOVOLTAICO			
Designación	TRINA TSM-DE19 650		
Módulo fotovoltaico. Tipología	Bifacial. 132 células		
Módulo fotovoltaico. Potencia	650 Wp		
Número módulos fotovoltaicos	134.010		
Tecnología	Bifacial		
INVERSORES			
Designación	Huawei SUN2000-215KTL-H3		
Inversor. Tipología	Trifásico de Campo		
Inversor. Potencia máxima	215,00 kVA a 33°C		
Número inversores	424		
Número de módulos FV por inversor	270 / 300 / 330 /360		
CT's (Centros de Transformación)			
Designación	Huawei STS-6000K-H1	Huawei STS-3000K-H1	22/12/2022
CT. Tipología	Equipos compactos - Skid		
CT. Potencia aparente	6.500 kVA @40°C	3.250 kVA @40°C	
Número de CT's	12 uds STS-6000K-H1	3 uds STS-3000K-H1	
SEGUIDORES			
Seguimiento. Tipología	1V eje horizontal, N-S		
Fabricante y modelo	STI Norland		
Seguimiento. <i>Backtracking</i>	Sí		
Configuración	1V		
Seguimiento. <i>Pitch</i>	4,5 m		
Número de paneles por seguidor	30		
Número de <i>strings</i> por seguidor	1		
Pendiente N-S tolerada	23,5%		
Número total de seguidores	1V30 – 4.467 unidades		

COLIIRM

REGISTRADO

MURCIA

VISADO : MU2204395

Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN20]

2022

Habilitación Profesional
Col. nº 000591 JAVIER CASTELLÓTE MARTINEZ

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
Habilitación Profesional
Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

22/12/2022

VISADO : MU2204395
MURCIA
Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN20]

COIIRM

LAYOUT ELÉCTRICO	
Número de paneles por <i>string</i>	30
Potencia de <i>string</i>	19,50 kWp
Número total de <i>strings</i>	4.467
Número de <i>strings</i> por inversor	12, 11, 10 y 9
Potencia AC por inversor	215,00 kW @33°C
PARÁMETROS DE DISEÑO	
Temperatura de diseño	40°C
Potencia Activa en POI	75,00 MWn
Potencia Pico	87,1065 MWp
Potencia de Inversores a 40°C (potencia instalada)	84,8 MVA
OTROS	
Radio de giro camino	12 m
Ancho de caminos internos	3,5 m
Separación N-S entre seguidores	0,8
Sujeta a posibles modificaciones dependiendo del avance de la tecnología, nunca superiores a las limitaciones establecidas en la legislación vigente.	

Tabla 9: Características generales de la CSF

10.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA CSF

Teniendo en cuenta las consideraciones de partida, se ha realizado el dimensionado de la Planta Fotovoltaica con los siguientes criterios:

- Maximizar el área ocupada, respetando las servidumbres y distancias mínimas exigidas.
- Maximizar la generación anual de energía.
- Optimización de longitudes de cableado.
- Optimización de movimientos de tierra y canalizaciones subterráneas que afectan directamente al terreno.

10.3. DISEÑO ELÉCTRICO

- La pérdida de potencia máxima BT-DC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia máxima BT-AC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia en BT, compuesta por las dos componentes anteriores, será, en todas las tiradas, inferior al 1,5%.
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc).
- La red de media tensión se realizará con cableado de aluminio, teniendo en cuenta los criterios de intensidad nominal y cortocircuito; y en ningún caso sobrepasando una pérdida de potencia inferior al 0,5%.
- El nivel de tensión considerado para la red de media tensión interna de la Planta es de 30 kV.
- El cableado de aluminio seleccionado para la red de media tensión serán conductores unipolares que irán directamente enterrados en zanjas y bajo tubo cuando se ejecute un cruzamiento con caminos o carreteras existentes.
- La conexión de la red de media tensión será en líneas-antenas y no en anillo. Teniendo en cuenta el nivel de tensión y potencia de la Planta Fotovoltaica, las agrupaciones de las líneas de media tensión no superarán las 3 estaciones de potencia.
- Los consumos asociados a inversores y al sistema de seguridad serán alimentados desde los transformadores de las estaciones de potencia distribuidos a lo largo de la Planta, mientras que el resto de los consumos (almacenes, edificio de control...) serán alimentados desde la subestación elevadora.
- Se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con el fin de medir, tanto mediante visualización directa, como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía generada y consumida por la Planta Solar.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

10.4. DISEÑO CIVIL

- Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los paneles.
- Los viales internos se han diseñado de 5 metros, si bien se ha dejado espacio suficiente en las estaciones de potencia para el paso de una grúa. Se ha tenido en cuenta que den acceso a todas las estaciones de potencia.
- Se ha considerado hincado directo de perfiles como cimentación para la estructura fotovoltaica.
- Se ha considerado una red de drenaje en forma de cuneta donde se recoja el agua de escorrentía.
- Se ha tenido en cuenta una distancia entre ejes de filas (pitch) de 4,6 metros.
- El cable de string BT-CC irá en aéreo correctamente embreadado a la estructura soporte o enterrado en zanjas de baja tensión (BT) mediante tubo (de paso entre estructuras) hasta la entrada de sus correspondientes inversores. Los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.
- Los cables de BT-CC desde los inversores hasta las Estaciones de Potencia serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (BT).
- El cableado de MT entre las estaciones de potencia y la Subestación será llevado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado bajo tubo en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El sistema de puesta a tierra de la Planta conectará los elementos metálicos a tierra de: estructuras fotovoltaicas, inversores, estaciones de potencia, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.

Además, indicar que el diseño de la CSF seguirá las siguientes normas relacionadas con el diseño civil:

- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 RD (1247/2008)
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

- Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre)
- Normas UNE

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	--	---------------	---

11. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CSF

11.1. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

La Planta Solar Fotovoltaica producirá energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos colocados sobre estructuras con seguimiento al sol a un eje horizontal, lo cual favorecerá en gran medida la energía generada por la Planta. Posteriormente, gracias a los inversores fotovoltaicos, se transformará la corriente continua en corriente alterna y los transformadores elevarán la tensión de Baja Tensión (BT) a Media Tensión (MT) para así poder inyectar a la red eléctrica la energía generada.

En total, se instalarán 134.010 módulos de 650 W para alcanzar una potencia pico total de 87,1065 MWp, los cuales se distribuirán entre los 4.467 trackers 1V30 que se instalarán en la Planta Fotovoltaica, agrupados en 4.467 strings de 30 módulos conectados en serie cada uno.

La potencia máxima de inversores (potencia instalada) será de 84,8 MW que se puede conseguir con una temperatura de funcionamiento a 40°C.

La potencia del conjunto de los inversores de la Planta estará limitada a 75,00 MW, que es la potencia máxima admisible en el punto de conexión.

De esta forma, la configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica será la siguiente:

Nº de PCS	Tipo de CT	Nº de Inversores	Nº Strings	Trackers	Potencia DC (kWp)	Potencia AC@35°C (kW)	Ratio DC/AC
				1V 30			
1	STS-6000K-H1	32	367	367	7156,5	6400	1,1182
2	STS-3000K-H1	13	134	134	2613	2600	1,005
3	STS-6000K-H1	32	325	325	6337,5	6400	0,9902
4	STS-3000K-H1	16	164	164	3198	3200	0,9993
5	STS-6000K-H1	32	357	357	6961,5	6400	1,0877
6	STS-6000K-H1	32	357	357	6961,5	6400	1,0877
7	STS-6000K-H1	32	345	345	6727,5	6400	1,0511
8	STS-6000K-H1	32	347	347	6766,5	6400	1,0572
9	STS-6000K-H1	32	348	348	6786	6400	1,0603
10	STS-6000K-H1	32	330	330	6435	6400	1,0054
11	STS-6000K-H1	31	306	306	5967	6200	0,9624
12	STS-6000K-H1	30	306	306	5967	6000	0,9945
13	STS-6000K-H1	31	311	311	6064,5	6200	0,9781
14	STS-6000K-H1	31	310	310	6045	6200	0,975

Nº de PCS	Tipo de CT	Nº de Inversores	Nº Strings	Trackers	Potencia DC (kWp)	Potencia AC@35°C (kW)	Ratio DC/AC
				1V 30			
15	STS-3000K-H1	16	160	160	3120	3200	0,975
TOTAL		424	4.467	4.467	87,107	84.800	---

Tabla 10: Configuración eléctrica de la CSF.

La energía generada por los diferentes centros de transformación de la CSF será conducida por medio de una red de media tensión (MT) subterránea de 30 kV hasta la Subestación de Planta 30/132 kV, la cual se proyecta en la zona sureste del Parque Solar.

El punto de medida principal de la energía generada por la Instalación se encontrará en la posición de salida de 132kV tras el transformador elevador de planta en la “Subestación Elevadora 132/30kV”.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
Habilitación Profesional
 Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

22/12
2022

VISADO : MU2204395
MURCIA
 Validation coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN20]


COIIRM

11.2. LAYOUT DE LA CSF

La siguiente imagen muestra la implantación propuesta para la CSF El Molino de acuerdo a las consideraciones técnicas indicadas anteriormente:

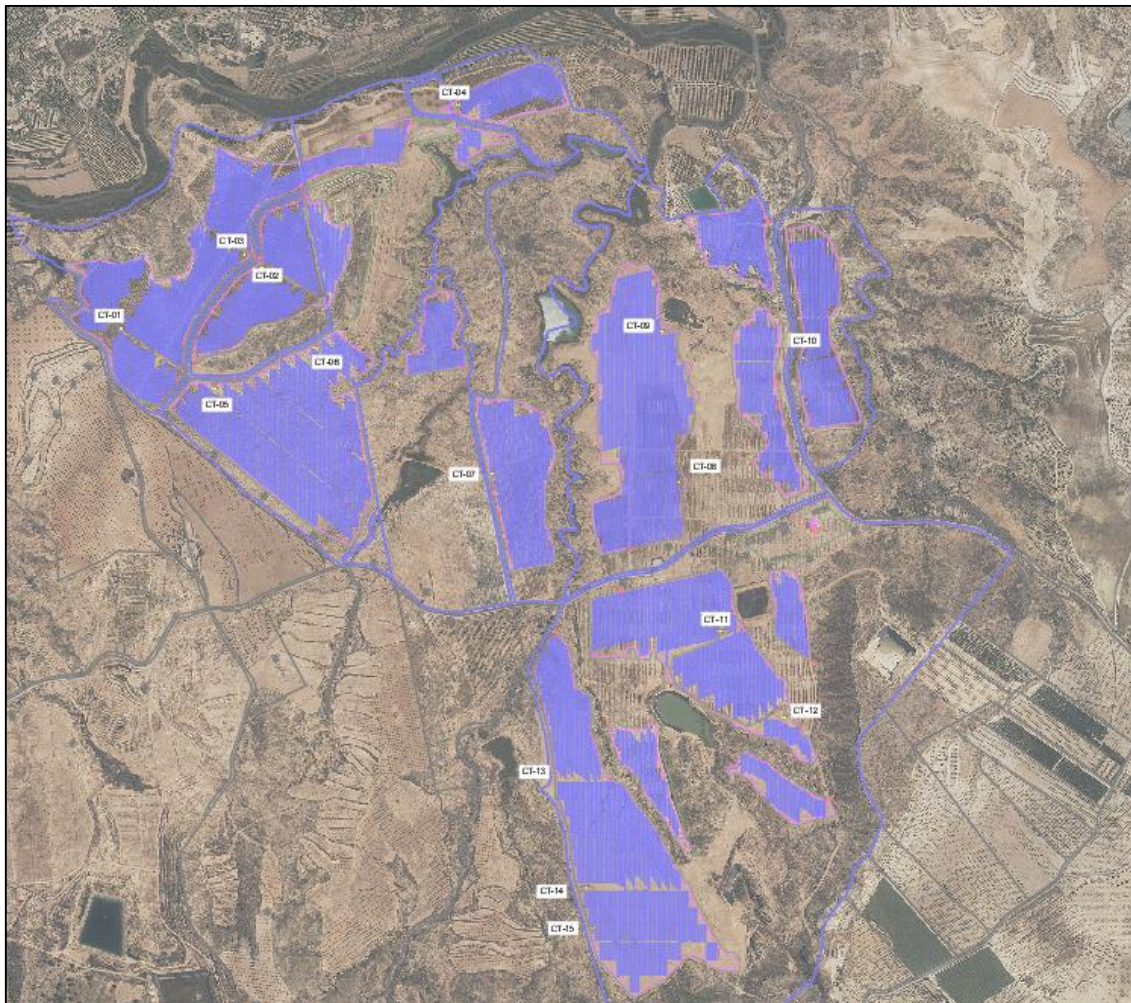


Figura 14: *Layout* de la CSF

11.3. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos son los dispositivos físicos encargados de transformar la energía que les llega en forma de radiación electromagnética, en electricidad por medio del efecto fotoeléctrico.

Se componen de unidades independientes denominadas células fotovoltaicas, agrupadas convenientemente en arrays "serie-paralelo" de forma que ofrezcan las características tensión-intensidad requeridas por la aplicación para la que se dimensionan.

Una célula FV típica de silicio cristalino genera un voltaje de circuito abierto entorno a los 0,6 V y una corriente de cortocircuito que depende del área de célula (≈ 3 A para un área de 100 cm²). Debido a su pequeña potencia, las células se asocian en serie y en paralelo en módulos FV, que además aportan un soporte rígido y una protección contra los efectos ambientales. Si la potencia suministrada por un módulo FV no es suficiente para una aplicación determinada se realizan asociaciones serie y paralelo de módulos para formar un generador FV.

Para este Proyecto, se han seleccionado módulos fotovoltaicos bifaciales basados en la tecnología de silicio Monocristalino, ampliamente probada en numerosas instalaciones a lo largo del mundo. El módulo propuesto para la CSF es el modelo de TSM-DE19 650 del fabricante Trina Solar de 650 Wp de potencia unitaria o un equivalente similar.

La instalación contará con un total de 134.010 módulos agrupados en cadenas o "strings" de 30 módulos en serie, siendo un total de 4.467 strings.

Las principales características del módulo se representan en la Tabla 16 mostrada a continuación:

MÓDULO TRINA TSM-DEG21C.20 – MONOCRISTALINO – BIFACIAL O EQUIVALENTE SIMILAR	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (STC)	
Potencia	650 Wp
Tolerancia Potencia nominal	0~+5 W
Tensión en máx. potencia (Vmp)	37,7 V
Intensidad en máx. potencia (Imp)	17,27 A
Corriente de cortocircuito (Isc)	18,35 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	45,50 V
Eficiencia del módulo (%)	20,9%
<i>STC: Irradiancia 1000W/m²; Temperatura de la célula 25º y Tolerancia de medición $\pm$ 3%</i>	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (NOCT)	

MÓDULO TRINA TSM-DEG21C.20 – MONOCRISTALINO – BIFACIAL O EQUIVALENTE SIMILAR	
Potencia	492 W
Tensión en máx. potencia (Vmp)	35,1 V
Intensidad en máx. potencia (Imp)	14,01 A
Corriente de cortocircuito (Isc)	14,79 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	42,9 V
STC: Irradiancia 800W/m ² ; Temperatura de la célula 20º y Velocidad del aire 1m/s	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (70±5%)	
Potencia total equivalente	696
Tensión en máx. potencia (Vmp)	37,7
Intensidad en máx. potencia (Imp)	18,48
Corriente de cortocircuito (Isc)	19,63
Tensión en circuito abierto (Voc)	45,5
Ratio de irradiancia (%)	10
Power bifaciality (%)	70±5

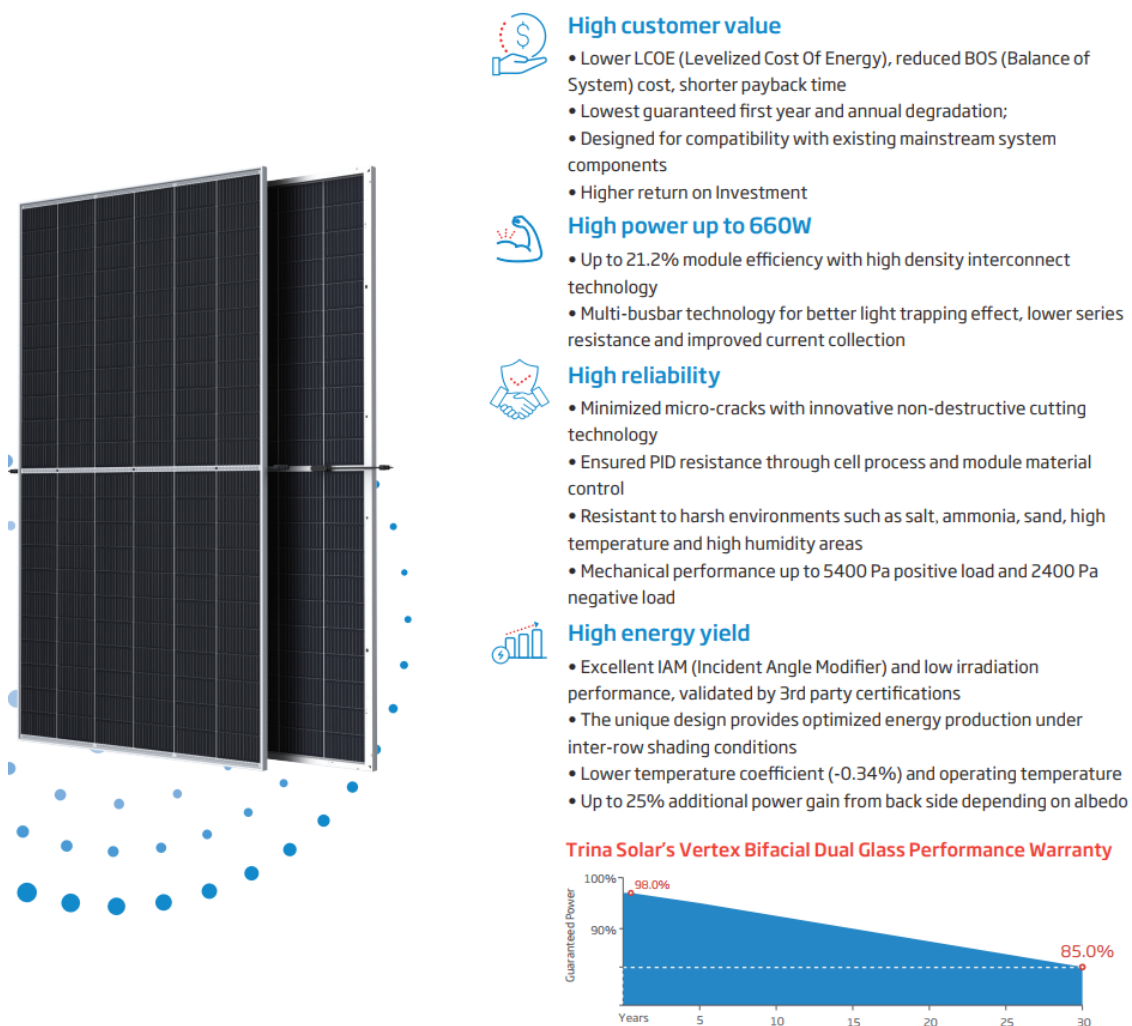
MÓDULO TRINA TSM-DEG21C.20 – MONOCRISTALINO – BIFACIAL O EQUIVALENTE SIMILAR	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Tipo de células	Monocristalino
Distribución células	132 (2×66)
Dimensiones módulos	2.384 × 1.303 × 35mm
Peso	38,7 kg
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexión	IP68
Cables	TUV 1×4.0 mm ²
(Conector	MC4 EV02/TSA
OTRAS CARACTERÍSTICAS	
Temperatura de Operación Nominal de la Célula (NOCT)	43± 3°C
Coef. Temperatura para Pmax	-0,34%/°C
Coef. Temperatura para Voc	-0.25%/°C
Coef. Temperatura para Isc	0,04%/°C
Rango de temperatura	-70~+85°C
Tensión máxima del sistema	1500 V _{DC}

Tabla 11: Características de módulos fotovoltaicos de la CSF

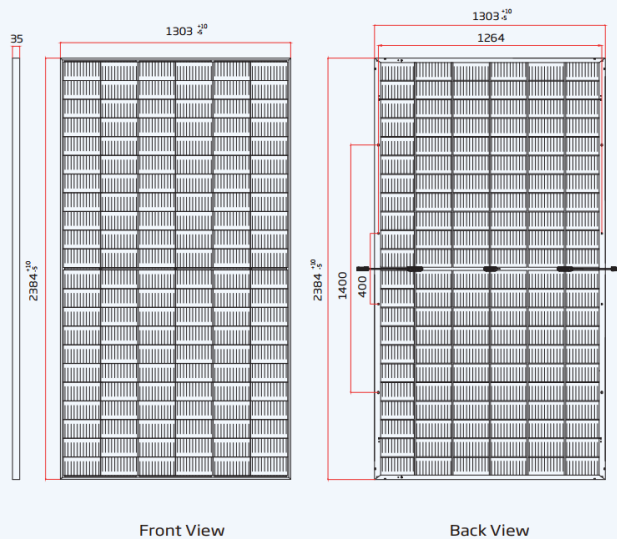
Los módulos seleccionados para este Proyecto tendrán unas dimensiones de 2384 x 1303 x 35 mm y un peso de 38,7 kg.

De acuerdo con la información incluida en la hoja de especificaciones técnicas, los módulos están certificados conforme a los estándares IEC61215 / IEC61730 / IEC61701 / IEC62716 / UL61730.

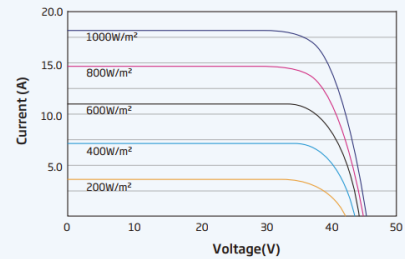
Asimismo, en la siguiente Figura se recoge la hoja de especificaciones técnicas de los mismos.



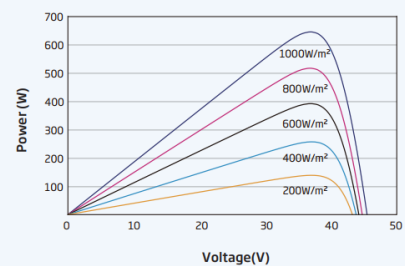
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(650 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(650 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	635	640	645	650	655	660
Power Tolerance- P_{MAX} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	37.1	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	17.15	17.19	17.23	17.27	17.31	17.35
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	18.21	18.26	18.31	18.35	18.40	18.45
Module Efficiency η_m (%)	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: $\pm 3\%$.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 10% Irradiance ratio)

Total Equivalent power - P_{MAX} (Wp)	680	685	690	696	701	706
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	37.1	37.3	37.5	37.7	37.9	38.1
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	18.35	18.39	18.44	18.48	18.52	18.56
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7	45.9
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	19.48	19.54	19.59	19.63	19.69	19.74
Irradiance ratio (rear/front)	10%					

Power Bifaciality: 70 $\pm$ 5%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{MAX} (Wp)	480	484	488	492	495	499
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	34.6	34.7	34.9	35.1	35.2	35.4
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	13.90	13.94	13.98	14.01	14.05	14.10
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	42.3	42.5	42.7	42.9	43.0	43.2
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	14.67	14.71	14.75	14.79	14.83	14.87

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384 $\times$ 1303 $\times$ 35 mm (93.86 $\times$ 51.30 $\times$ 1.38 inches)
Weight	38.7 kg (85.3 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm(55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EV02 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C ($\pm 2^\circ\text{C}$)
Temperature Coefficient of P_{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V_{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I_{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 $\sim$ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
2% first year degradation
0.45% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

Figura 15: Especificaciones técnicas de módulos fotovoltaicos de la CSF

11.4. ESTRUCTURA SOPORTE – SEGUIDOR SOLAR FOTOVOLTAICO

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año. Además, disponen de un sistema de control frente a fuertes ráfagas de viento que coloca los paneles fotovoltaicos en posición horizontal para minimizar los esfuerzos debidos al viento excesivo sobre la estructura.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Anclaje a suelo: perfiles hincados con o sin perforación previa.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.
- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retroseguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna.

Se propone un único tipo de seguidor con la denominación 1V30. En cualquier caso, se trata de configuraciones en 1-V formando una única fila horizontalmente.

Los seguidores 1V30 son configuraciones de seguidores formados por un brazo separados físicamente por un el motor que se coloca en el centro del mismo, de tal forma que divide en dos partes iguales:

- En el caso de 1V30 → poseen 15 módulos a la derecha y 15 módulos a la izquierda

El eje del seguidor tendrá un rango de giro de $\pm 60^\circ$. El diseño de este tipo de estructuras se realiza tal que puedan soportar los fuertes vientos que existen en la zona. Adicionalmente, cualquiera de las configuraciones de los seguidores propuestos podrá colocarse en posición de defensa 0° en caso de fuerte viento y variar la inclinación para las labores de montaje, limpieza y mantenimiento. Para registrar y controlar las condiciones atmosféricas, la CSF contará con al menos 2 estaciones meteorológicas a partir de la cual se determinarán las consignas de seguridad.

Como ya se ha dicho anteriormente todas las configuraciones serán monofila, es decir, cada seguidor dispondrá de un único motor que orientará un eje en el que se disponen sus módulos.

Para la fijación de la estructura al terreno, se utilizarán perfiles hincados siempre que el terreno lo permita. Los perfiles propuestos a falta de realizar una prueba de hincado *in situ* serán:

- Para las hincas en filas perimetrales: IPE140/IPE160
- Para las hincas en filas interiores: C100×40×20×3

Como puede comprobarse se propone dos tipos de hincados claramente diferenciados debida a la gran diferencia de cargas que hay entre las filas más expuestas al viento (perimetrales) y las y las menos expuestas (interiores).

La fijación al terreno se realizará según las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico cuando este se lleve a cabo (el presente proyecto no cubre el estudio geotécnico que se debe de realizar *in situ* previo a al inicio de obras). Para un terreno medio que es el considerado en el presente proyecto, la estructura irá hincada directamente al terreno, salvo que las características del terreno no lo permitan u obliguen a adaptar otro tipo de cimentación alternativa. En cualquier caso, la cimentación del seguidor se dimensionará para resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección
- Peso propio de la estructura y módulos soportados
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos
- Solicitaciones por sismo según la normativa que le sea de aplicación

Dado que todas las configuraciones de los seguidores en la Planta son 1-V la distancia mínima del módulo fotovoltaico al suelo en su posición más desfavorable es igual en cualquiera de las

configuraciones (inclinación máxima vertical posible 60º sobre la horizontal). Esta distancia será de 478 mm al suelo, esta distancia permite reducir la deposición de polvo en los módulos, el sombreado por vegetación y proporciona una distancia de seguridad frente a hipotéticas inundaciones. El eje del seguidor estará a una cota del terreno 1,432 metros. La altura del punto más alto del seguidor en su posición más vertical posible será de 2,561 metros. En la Figura 4 se recoge una vista en planta y sus principales dimensiones de las configuraciones propuestas.

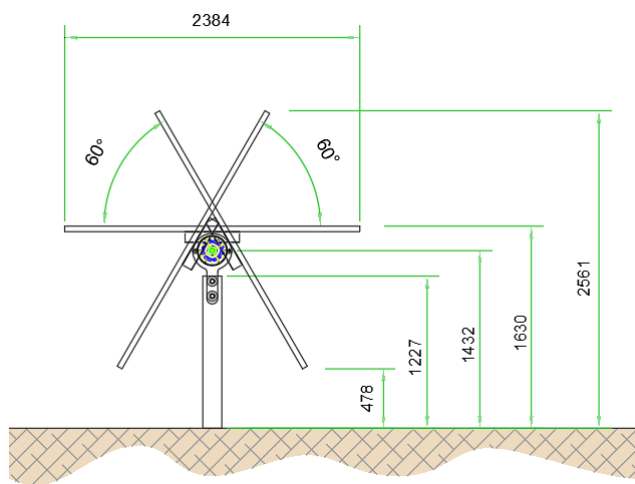


Figura 16: Vista en perfil de las configuraciones de los seguidores propuestos para la CSF

Cada seguidor dispondrá de un controlador que recibirá las consignas de movimiento a partir de parámetros predefinidos de las estaciones meteorológicas y del SCADA de la Planta. El motor del seguidor será el encargado de orientar los paneles, dicho motor estará alimentado en DC por un panel fotovoltaico propio de menor tamaño que dispone el seguidor. Además, podrá recibir energía desde la UPS del Inversor a través de la conexión cadena-inversor con la finalidad de situarse en posición de defensa en situaciones de baja radiación solar.

Con la finalidad de reducir pérdidas por sombreado los seguidores se configurarán en modo *Backtracking* el cual permitirá ajustar la inclinación.

Los modelos de seguidores propuestos para la CSF es el modelo Monoline 1V de PV HARDWARE o un equivalente similar (ver siguiente Figura) con el número de paneles indicados anteriormente.

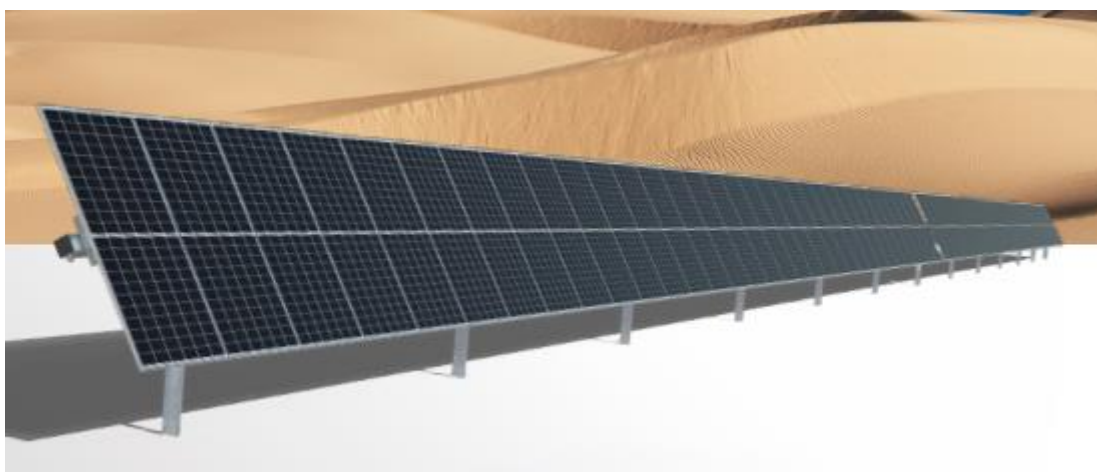


Figura 17: Seguidor propuesto Monoline 1V

Las características y disposiciones de seguidor propuesto se recogen en la siguiente Tabla y Figura:

SEGUIDOR FOTOVOLTAICO AXONE DUO (PV HARDWARE)	
TIPOLOGÍA	
Tipología seguimiento	Seguimiento 1 eje
Orientación eje	Norte-Sur
Seguimiento, rango de giro	Este- Oeste +/- 60º
<i>Backtracking</i>	Sí
Alimentación	DC - Autoalimentado
CONFIGURACIÓN DE PLANTA	
Número de paneles por seguidor	Variable
Configuración de los módulos	Vertical (1V)
Disposición módulos	1 filas de n módulos de pendiendo del seguidor
Potencia instalada del seguidor	Variable dependiendo de tipo
Número total de seguidores	4.467 uds
Pitch (Separación entre ejes de seguidores)	4,5 m
PARÁMETROS DE DISEÑO	
Dimensiones (posición horizontal)	$n \times 2,384$ m
Distancia máxima del panel al suelo	2,561 m
Distancia mínima del panel al suelo	0,478 m
Profundidad Hincado	1,5 – 2 m
Material	Acero S235 o similar
Galvanizado	55 micras

Tabla 12: Características del seguidor fotovoltaico Monoline 1V propuesto para la CSF

General specifications

Tracker	Independent-row, horizontal single-axis
Maximum length	100 m.
Maximum width	2.5 m.
Module configuration	1 module in portrait
Rotational range	E-W: +/- 60°
Motor per MWp	Depending on the size, the type of the module and the number of modules per string. 1 motor per row. (Maximum 100 meters length)
Ground cover ratio	30-50%
Modules supported	All market available modules
Slope tolerance	N-S: up to 23.5° E-W: unlimited
Module attachment	By bolts and nuts, rivet or clamps for frameless modules
Allowable wind load	Tailored to site specific conditions
Wind alarm	Controlled by ultrasonic anemometer
Prepared for XXL modules	

Communications & Control

Solar tracking method	Astronomical algorithm
Control System	Central control unit connected to plant SCADA Redundant wireless gateways to guarantee communication Self-powered DC Motor Drive Box with auxiliary panel
SCADA interface	Modbus TCP or OPC-UA
Communication	Wireless (LoRa)
Nighttime stow	Configurable
Advanced Algorithms	Adaptive Backtracking 3D & Diffuse Light Optimization (optional)

Installation & Services

On-site training and commissioning	
Warranty	Structure: 10 years Electromechanical components: 5 years
PV Cleaner	Optional
Certifications	UL 3703, IEC 62817 on going



Figura 18: Características del Seguidor Solar

Las piezas de fijación de módulos serán siempre de acero inoxidable. El elemento de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno o con alguna perforación previa en el caso específico en el que aplique. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

La instalación de los seguidores se adaptará, en la medida de lo posible, a la orografía del terreno para reducir al máximo la necesidad de realizar movimientos de tierra. De acuerdo con lo indicado en su hoja de características técnicas, estos seguidores admiten una adaptación a desniveles del terreno de hasta 23,5% (N- S).

SEGUIDOR TIPO I	
Configuración	1V30
Número de módulos por estructura	30
Potencia pico por estructura	19,00 kWp
Número de estructuras	4.467

Tabla 13: Configuración y número de seguidores.

11.5. INVERSORES FOTOVOLTAICOS

El inversor es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica generada en forma de corriente continua por los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna, para poder ser elevada posteriormente de tensión y vertida a la red eléctrica.

Hay dos tipos de inversores que determinan la configuración de una CSF:

- Inversores centralizados
- Inversores distribuidos o inversores de tipo string

Una de las principales ventajas competitivas de los inversores string es la capacidad de monitorización que ofrecen respecto de los inversores centralizados, ya que a cada inversor se conecta un número reducido de strings (máximo 14).

Los inversores se instalan en intemperie, fijados en una estructura independiente a la propia estructura portante de los módulos fotovoltaicos, ya que se trata de equipos de reducidas dimensiones y peso. El equipo está certificado a IP66 por lo que es resistente a la acción negativa de agentes externos como humedad y polvo.

La operación de los inversores será totalmente automatizada. Una vez que el generador fotovoltaico genera la potencia suficiente para excitar al inversor, arranca y la electrónica de control comienza con la conversión DC/AC. Por el contrario, cuando la potencia de entrada baja por debajo del punto de excitación del inversor para la conexión dejará de trabajar. La energía que consume la electrónica procederá del generador fotovoltaico, y por la noche el equipo sólo consumirá una pequeña cantidad de energía procedente de la red eléctrica.

Los inversores previstos emplearán la técnica de seguimiento del punto de máxima potencia de panel (MPPT), que permite obtener la máxima eficiencia posible del generador fotovoltaico en cualquier circunstancia de funcionamiento. El equipo podrá operarse tanto en modo automático, realizando constantemente el seguimiento del punto de máxima potencia, o en modo manual, siendo en este caso el usuario quien determinará el punto de trabajo de panel.

Los inversores propuestos estarán comunicados con el sistema SCADA de la CSF, a fin de realizar un seguimiento de la producción y de las alarmas por inversor.

Reunirán los siguientes requisitos, según el *datasheet* del fabricante:

- Eficiencia Europea: $\geq 98,6 \%$

- Eficiencia Máxima: $\geq 99,0 \%$
- Tipología: Sin transformador de aislamiento galvánico.
- Voltaje de aislamiento 1.500 V
- Distorsión máxima de intensidad CA $< 3\%$
- Comunicación RS485, Power Line Communication.
- Certificados de homologación.
- Autoprotección contra funcionamiento en modo isla mediante vigilancia de la tensión y frecuencia de red, sincronizando su tensión alterna de salida con la tensión de la propia red.
- Funcionamiento automático completo prácticamente sin pérdidas durante períodos de reposo.
- Funciona como fuente de corriente, y es capaz en todo momento de extraer la máxima potencia que puede suministrar el generador fotovoltaico mediante un seguimiento automático del punto de máxima potencia del mismo para lo cual presentará un rango variable de potencia de entrada.
- Protección contra variaciones de tensión y frecuencia.
- Detección de faltas de aislamiento.
- Monitorización de corrientes de falta.
- Protección contra polaridad inversa.

Las características técnicas de los inversores de string de la instalación son las siguientes:

- Máximo voltaje a circuito abierto (entrada CC): 1500 V
- Voltaje de operación MPPT: 500 a 1500 Vcc
- Potencia nominal: 212 W@35°C
- Voltaje de salida CA: 800V 3W+PE, 50,60 Hz
- Ajuste del Factor de potencia: 0,8 Adelanto/ 0,8 Retraso.
- Rango de Temperaturas de operación: -25°C hasta 60°C
- Refrigeración Natural.
- Peso: ≤ 86 Kg

- Dimensiones: 1035 x 700 x 365 mm
- Número de entradas (CC): 14
- Máxima intensidad (salida CA): 155,2 A

Centro de Transformación	Nº de Strings por Inversor				Total de Inversores
	12	11	10	9	
1	15	17	0	0	32
2	0	4	9	0	13
3	0	5	27	0	32
4	0	4	12	0	16
5	5	27	0	0	32
6	5	27	0	0	32
7	0	25	7	0	32
8	0	27	5	0	32
9	0	28	4	0	32
10	0	10	22	0	32
11	0	0	27	4	31
12	0	6	24	0	30
13	0	1	30	0	31
14	0	0	31	0	31
15	0	0	16	0	16
TOTAL	25	181	214	4	424

Tabla 14: Configuración de Strings por Inversor

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones
 - Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
 - Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
 - Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).
 - Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
 - Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
 - El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
 - Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.



Figura 19: Inversor SUN2000-215KTL-H3 propuesto para la CSF

El sincronismo con la red es un aspecto vital para el funcionamiento del inversor, el control principal lo realiza mediante un seguimiento muy sensible a cualquier cambio en la red. A partir de la situación de sincronismo, los parámetros de la red y el seguimiento del punto de máxima potencia, el control principal comunica al generador de formas de onda las acciones a realizar.

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W@40°C
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A@40°C
Max. Output Current	155.2 A
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
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Figura 20: Especificaciones técnicas de los inversores SUN2000-215KTL-H3 HUAWEI propuestos para la CSF

11.6. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación son edificios prefabricados, contenedores o *skid* encargados de albergar los equipos cuya función es la de agrupar, condicionar, transformar y elevar la tensión de los subcampos fotovoltaicos.

Los centros de transformación incluirán al menos, los siguientes componentes:

- Transformador de potencia
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros eléctricos Protección Baja tensión
- Servicios Auxiliares

Las estaciones transformadoras proyectadas son de tipo compacto, concretamente se proponen dos modelos de transformador, el modelo **STS-6.000K-H1** y el modelo **STS-3.000K-H1** de la marca Huawei o equivalentes similares (Véase las siguientes figuras). Existirán 12 uds del modelo STS-6.000K-H1 y 3 unidades del modelo STS-3.000K-H1 repartidas por toda la planta.

Por otro lado, la estación transformadora tipo **STS-6.000K-H1** estará compuesto de un transformador en configuración Dy11-y11 de 0,8/30kV de 6.500 kVA@40°C (5.920 kVA @50°C) así como cuadros eléctricos y elementos de protección necesarios. A su vez la estación transformadora tipo **STS-3.000K-H1** estará compuesto de un transformador en configuración Dy11-y11 de 0,8/30kV de 3.250 kVA@40°C (2.960 kVA @50°C)

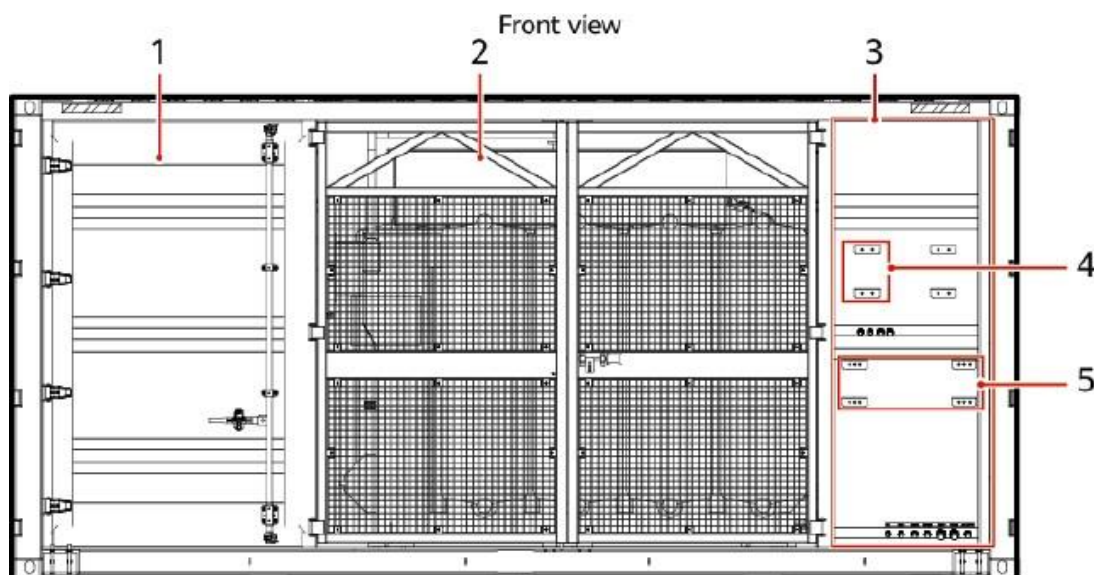
Todas las estaciones transformadoras se localizarán sobre una losa de hormigón dimensionada para albergar todos los equipos que forman parte de la estación y, estará diseñada para la llegada y entrada de los cables eléctricos de la instalación con una cubeta para contener posibles derrames de aceite proveniente del transformador.

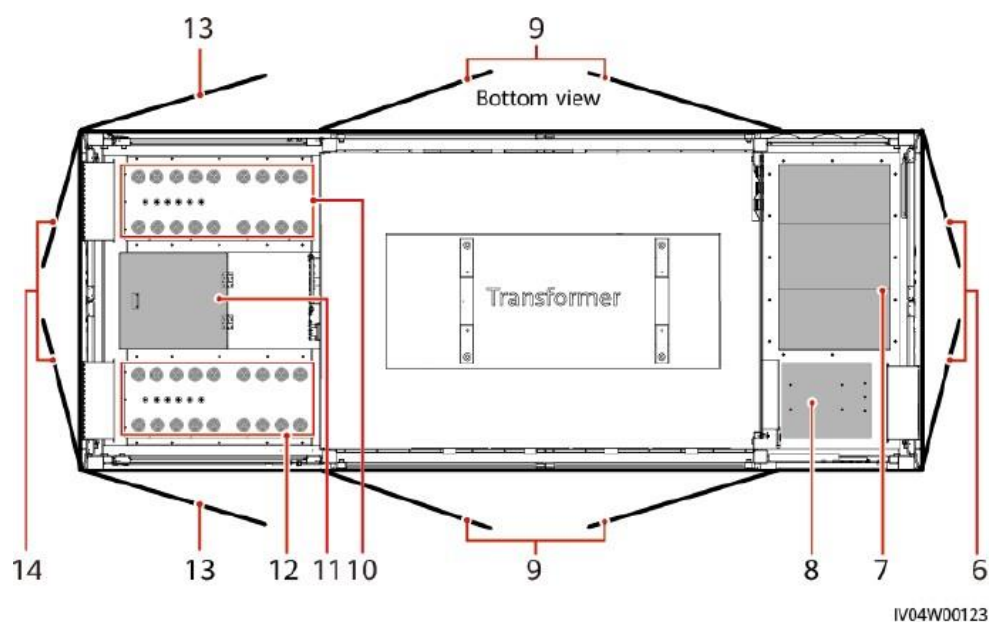
Los CT's recogerán y convertirán la energía de cada subcampo, quedando protegido frente a sobretensiones y la conducirán al primario del transformador. El secundario del transformador se conectará con las celdas de Media Tensión.

Todos los equipos que componen los CT's estarán dotados de un grado de protección mínimo IP54 para evitar la entrada de agua de lluvia.

Estos centros compactos, no necesitan de obra civil salvo explanación del terreno, y cimentación tal y como queda reflejado en los planos, ya que cuentan con su propio bastidor y tan solo hay que depositarlos en el terreno.

Por otro lado, todas las unidades transformadoras disponen de un transformador de servicios auxiliares de 5 kVA, con la opción de incluir hasta 50 kVA bajo pedido. Además, todos los elementos eléctricos y partes metálicas (herrajes) van conectados a tierra, la cual se conectará al terreno con los cables y picas necesarias en función de la resistividad del terreno, tal y como se refleja en los cálculos anexos del proyecto y en los planos del mismo.





- | | | |
|---|--|---|
| (1) Low-voltage room (LV) | (2) Transformer room (TR) | (3) Medium-voltage room (MV) |
| (4) Position for the distributed power system (uninterruptible power supply, UPS) | (5) Position for the smart array controller (SACU) | (6) Double-swing door of the MV room |
| (7) Ring main unit | (8) Auxiliary transformer | (9) Double-swing screen door for the transformer room |
| (10) AC input cable hole (LV PANEL B) | (11) Manhole entrance | (12) AC input cable hole (LV PANEL A) |
| (13) Single-swing door for the LV room | (14) Double-swing door for the LV room | |

Figura 21: Estación transformadora tipo para la CSF

Input		
Available Inverters	SUN2000-200KTL-H2 / SUN2000-215KTL-H0	
AC Power	6,500 kVA @40°C / 5,920 kVA @50°C ¹	
Max. Inverters Quantity	32	
Rated Input Voltage	800 V	
Max. Input Current at Nominal Voltage	2,482.7 A x 2	
LV Main Switches	ACB (2900 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2 x 16 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	10 kV, 11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV ²	13.8 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11-y11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	In Accordance with EN 50588-1	
Transformer Load Losses	50.1 kW	41.7 kW
Transformer No-load Losses	5.0 kW	6.0 kW
Impedance (HV-LV1, LV2)	8% (0 ~ +10%) @6,500 kVA	
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Units	
MV Switchgear Configuration	1 Transformer Unit with Circuit Breaker 1 Cable Unit with Load Breaker Switch 1 Cable Direct Connection Unit	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11	
Output Voltage of Auxiliary Transformer	400 / 230 Vac	220 / 127 Vac
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
MV Surge Arrester for MV Circuit Breaker	Equipped	
LV Overvoltage Protection	Type I-II	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 22 t (48,502 lb.)	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ³ (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	2,000 m (6,562 ft.)	2,500 m (8,202 ft.)
Enclosure Color	RAL 9003	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	
Features		
Auxiliary Transformer (50 kVA, Dyn11)	Optional ⁴	
1.5 kVA UPS	Optional ⁴	
MV Switchgear Updated to: 1 Transformer Unit with Circuit Breaker 2 Cable Units with Load Breaker Switch	Optional ⁴	
Updated to 25kA 1s MV Switchgear	Optional ⁴	
IMD	Optional ⁴	
STS Interlocking	Optional ⁴	

STS-3000K-H1

Technical Specifications

Input		
Available Inverters	SUN2000-200KTL-H2 / SUN2000-215KTL-H0	
AC Power	3,250 kVA @40°C / 2,960 kVA @50°C ¹	
Max. Inverters Quantity	16	
Rated Input Voltage	800 V	
Max. Input Current at Nominal Voltage	2,482.7 A	
LV Main Switches	ACB (2900 A / 800 V / 3P, 1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 16 pcs)	
Output		
Rated Output Voltage	10 kV, 11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV ²	13.8 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz	60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type	
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%	
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)	
Transformer Vector Group	Dy11	
Transformer Min. Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1	
Transformer Load Losses	30.1 kW	
Transformer No-load Losses	2.51 kW	
Impedance (HV-LV1, LV2)	7% (0 ~ +10%) @3,250 kVA	
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Units	
MV Switchgear Configuration	1 Transformer Unit with Circuit Breaker 1 Cable Unit with Load Breaker Switch 1 Cable Direct Connection Unit	
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11	
Output Voltage of Auxiliary Transformer	400 / 230 Vac	220 / 127 Vac
Protection		
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz	
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54	
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s	
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N	
MV Surge Arrester for MV Circuit Breaker	Equipped	
LV Overvoltage Protection	Type I+II	
General		
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)	
Weight	< 15 t (33,069 lb.)	
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ³ (-13°F ~ 140°F)	
Relative Humidity	0% ~ 95%	
Max. Operating Altitude	2,000 m (6,562 ft.)	2,500 m (8,202 ft.)
Enclosure Color	RAL 9003	
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B	
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1	
Features		
Auxiliary Transformer (50 kVA, Dyn11)	Optional ⁴	
1.5 kVA UPS	Optional ⁴	
MV Switchgear Updated to: 1 transformer unit with circuit breaker 2 cable units with load breaker switch	Optional ⁴	
Updated to 25kA 1s MV Switchgear	Optional ⁴	
IMD	Optional ⁴	
STS Interlocking	Optional ⁴	

Figura 22: Especificaciones técnicas de los centros de transformación STS-6.000K-H1 y STS-3.000K-H1 para la CSF

11.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT)

11.7.1. CORRIENTE CONTINUA

La configuración del generador fotovoltaico está determinada por el tipo de módulo utilizado y por los requisitos del sistema de acondicionamiento de potencia.

Los inversores suelen tener un amplio rango de voltaje de entrada, pero para lograr su óptimo punto de operación es aconsejable sobredimensionar la potencia instalada de los generadores fotovoltaicos sobre la potencia nominal del sistema.

El voltaje del generador fotovoltaico varía con la temperatura del emplazamiento. El máximo del campo fotovoltaico se ha determinado usando la temperatura más baja del emplazamiento y será siempre inferior a 1.500 V (tensión máxima del sistema). Por otro lado, el voltaje mínimo del campo fotovoltaico se ha determinado usando la temperatura más alta del emplazamiento. El inversor seleccionado se adecúa al voltaje de diseño mínimo del campo fotovoltaico con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Con estas especificaciones, el *string* estará configurado por 30 módulos conectados en serie.

Las protecciones quedan incluidas en la entrada del inversor, en el lado de la corriente continua, protegiéndose mediante fusibles y los elementos de corte para desconectar los *string* en caso de cortocircuito o fuga de corriente.

11.7.1.1. INTERCONEXIÓN DE MÓDULOS

La interconexión entre los módulos se realizará utilizando el propio cable de salida de los módulos conectando el polo positivo de un módulo con el negativo del siguiente hasta un total de 30 módulos interconectados entre sí.

La interconexión entre módulos no requiere de cableado adicional. La unión entre módulos se realizará mediante conectores los MultiContact 4/6 o similares que incorporan los paneles y garantizan la correcta unión eléctrica de los módulos en las condiciones de máxima seguridad y calidad.

Las conexiones *string* al inversor se harán preferentemente por canaleta con tapa o aprovechando la estructura del seguidor, minimizando las distancias para obtener las menores

pérdidas posibles. En los tramos subterráneos los conductores irán en zanja protegidos bajo tubo o directamente enterrados, dependiendo de la ubicación de la zanja con respecto a las estructuras.

11.7.1.2. TIPOLOGÍA DE CABLES Y SECCIONES MÓDULOS- INVERSOR

El inversor recibirá el cableado en Aluminio y corriente continua, teniendo una sección de 6 mm² aislamiento 0,6/1 kV CA – 1,8 kV CC, que como refleja el apartado cálculos asegura una caída de tensión no superior al 1,5 % según indica la normativa vigente.

11.7.1.3. CONEXIONES INVERSOR-TRANSFORMADOR

El inversor será conectado al transformador del CT, para ello se dispondrá de un conductor resistente a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos. El conductor tendrá flexibilidad de clase 5, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

La salida de cada inversor se dirigirá hacia un cuadro de baja tensión que incluirá protección contra sobrecargas y cortocircuitos. La salida de cada inversor se conectará al cuadro del transformador 6.000 kVA o 3.000 kVA correspondiente, que transformará la tensión de salida del inversor de 0,80 kV a 30 kV.

La conexión eléctrica entre el cuadro de alterna y el lado de baja del transformador estará formada por conductor tipo XLPE -barra de Cu, de sección adecuada a la corriente a transportar.

El transformador recibirá el cableado en Aluminio teniendo una sección de 240 mm² aislamiento 0,6/1 kV, asegurando así una caída de tensión no superior al 1,5 % según indica la normativa vigente.

11.7.1.4. CONEXIONES INVERSOR-TRANSFORMADOR SS.AA

Cada transformador tiene una derivación antes de entrar al mismo que alimenta un circuito de servicios auxiliares en baja tensión 400/230V. Previsto para futuras acciones de mantenimiento, alumbrado o tomas de corriente para servicios varios. Estos servicios auxiliares estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y diferenciales incluidos el Cuadro de Baja Tensión, a partir del cual partirá las diferentes tomas de corriente, luminarias, etc.

11.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT)

La energía generada en el sistema fotovoltaico llegará a los transformadores de potencia, que elevarán la tensión a 30 kV, hasta las celdas de media tensión. Desde este punto partirá el circuito enlazando los Centros de Transformación, directamente enterrado, hasta la subestación. La red de media tensión está compuesta por 7 circuitos que engloban los siguientes subcampos, conectados a la subestación elevadora de Planta 132/30 kV.

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde las ocho (8) Estaciones de Potencia hasta las celdas de MT situadas la subestación elevadora de Planta 132/30 kV. La red eléctrica de MT de la Instalación será en corriente alterna (CA).

El nivel de tensión de la red de MT será de 30 kV, y consistirá en 7 líneas independientes constituidas por una terna de cables unipolares.

A continuación, se presenta la distribución de subcampos por circuito, representando el orden de seguimiento de la línea de media tensión:

LÍNEA	NUDO ORIG.	NUDO DEST.	LONG. (m)	DESIGNACIÓN	SECCIÓN (mm2)	POTENCIA @40°C (kVA)
LSMT 30kV Nº1	CT-04	CT-03	1030,16	RHZ1 18/30 H25	3x240mm2	3250
	CT-03	CT-02	82,44	RHZ1 18/30 H25	3x240mm2	9750
	CT-02	SET	2248,96	RHZ1 18/30 H25	3x400mm2	13000
LSMT 30kV Nº2	CT-01	CT-05	293,53	RHZ1 18/30 H25	3x240mm2	6500
	CT-05	CT-06	290,33	RHZ1 18/30 H25	3x240mm2	13000
	CT-06	SET	1914,8	RHZ1 18/30 H25	3x630mm2	19500
LSMT 30kV Nº3	CT-15	CT-14	128,01	RHZ1 18/30 H25	3x240mm2	3250
	CT-14	CT-13	300,76	RHZ1 18/30 H25	3x240mm2	9750
	CT-13	SET	1187,21	RHZ1 18/30 H25	3x630mm2	16250

LÍNEA	NUDO ORIG.	NUDO DEST.	LONG. (m)	DESIGNACIÓN	SECCIÓN (mm ²)	POTENCIA @40°C (kVA)
LSMT 30kV Nº4	CT-07	SET	1167,24	RHZ1 18/30 H25	3x240mm ²	6500
LSMT 30kV Nº5	CT-09	CT-08	436,48	RHZ1 18/30 H25	3x240mm ²	6500
	CT-08	SET	855,82	RHZ1 18/30 H25	3x400mm ²	13000
LSMT 30kV Nº6	CT-12	CT-11	539,25	RHZ1 18/30 H25	3x240mm ²	6500
	CT-11	SET	716,26	RHZ1 18/30 H25	3x400mm ²	13000
LSMT 30kV Nº7	CT-10	SET	548,92	RHZ1 18/30 H25	3x240mm ²	6500

Tabla 15: Circuitos proyectados de línea de media tensión

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
 Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

22/12/2022



VISADO : MUJ2204395

MURCIA

Validation coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]

11.8.1. CARACTERÍSTICAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS MEDIA TENSIÓN (LSMT)

Las líneas subterráneas de media tensión que unirán los centros de transformación entre sí y con la subestación de planta será de 30 kV y con los conductores directamente enterrados en el terreno. En caso de cruzamientos se utilizarán conductores enterrados bajo tubo.

Los cables serán de conductor de aluminio unipolar para un nivel de tensión 30 kV, no propagadores de llama y libres de halógenos. A su vez, serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos. Además, el cableado contará con protección frente a roedores, tendrá flexibilidad de clase II, dispondrá de aislamiento XLPE, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

Las zanjas cumplirán con lo establecido en la ITC-LAT 06, del Real Decreto 223/2.008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

El recorrido de las zanjas de media tensión será en su mayor parte paralelo a los caminos interiores de la planta, evitando en lo posible pasar por debajo de los seguidores y estructuras fijas, facilitando así su instalación y mantenimientos futuros. La descripción de las zanjas de media tensión queda descrita en el apartado correspondiente de la presente memoria.

Las características principales de los cables se muestran en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS CABLEADO MEDIA TENSIÓN 30KV	
Denominación	RHZ1
Tipología	Unipolar
Tensión de aislamiento	18/30 kV
Sección	Según documentos de cálculos justificativos
Conductor	Aluminio
Material de aislamiento	XLPE
Pantalla/Cubierta	Malla de Cu
Cubierta	Z1 poliolefina
Norma	IEV 60502
Armadura	Polietileno
Tensión nominal	30 kV
Tensión más elevada para el material	36 kV

CARACTERÍSTICAS CABLEADO MEDIA TENSIÓN 30KV

Tensión cresta a Impulsos

170 kV

Tabla 16: Parámetros principales de cableado de MT

HERSATENE

CABLES MEDIA TENSIÓN



HERSATENE RHZ1

Conductor : Aluminio, semirrígido clase 2
 Aislación : Polietileno reticulado (XLPE)
 Cubierta : Poliolefina termoplástica libre de halógenos
 Pantalla : Hilos de cobre
 Norma : ENDESA DND001 - Norma constructiva
 ENDESA SND013 - Norma constructiva
 UNE-EN 50267 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases
 IEC 60754 - Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases

Voltaje : 12/20 kV - 18/30 kV

:: Cables para distribución de energía en instalaciones de media tensión al aire, canalizados o enterrados.
 :: Cubierta resistente a la abrasión y al desgarramiento.
 :: Mayor facilidad de deslizamiento
 :: Cable libre de halógenos
 :: Temperatura máxima en servicio permanente 90°C.








SECCIÓN	DIÁMETRO INTERIOR	DIÁMETRO EXTERIOR	PESO	RADIO MÍNIMO CURVATURA	RESISTENCIA MAX DEL CONDUCTOR	INTENSIDAD AL AIRE / 40°C	INTENSIDAD AL AIRE / 25°C
mm²	mm	mm	kg/Km	mm	Ohm/km	A	A
70	26,6	33,1	1085	500	0,14	210	170
150	31,1	38,6	1495	580	0,124	335	260
240	35,2	42,7	1900	640	0,114	455	345
400	40	47,5	2475	715	0,105	610	445
630	47,7	57	3625	855	0,1	840	580

Figura 23: Características técnicas cable tipo RHZ1 18/30kV

11.8.2. TERMINACIONES

La tecnología de instalación aceptada será contráctil en frío o enfilable, de presentaciones monobloc o integrales, según lo indicado en la Norma UNE 211027 capítulo 5. Además, cumplirá con las características indicadas en el capítulo 7 de la citada Norma UNE y con lo que a continuación se indica:

- El control de campo en las terminaciones estará integrado con la cubierta del terminal.
- Las superficies expuestas al contorno serán resistentes a la formación de caminos de carbón y la erosión, cumplirán los ensayos especificados en la Norma UNE 211027 para la clase 1A 3,5.
- No se admitirán que las aletas que se coloquen para aumentar la longitud de la línea de fuga, sean de piezas independientes. El diámetro de las aletas será como máximo el diámetro exterior de la fase del cable más 100 mm.
- El aislamiento del cable quedará cubierto totalmente entre el final de la cubierta y el conector terminal.
- Los terminales metálicos, estarán incluidos en el suministro y serán de tecnología por apriete mecánico cumpliendo los requisitos de la Norma UNE 211024-3, no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.
- Las longitudes máximas (L) de las terminaciones serán de 650mm para terminaciones de exterior y 340mm para terminaciones de interior.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

11.8.3. EMPALMES

No será aceptada La tecnología de instalación contráctil por calor, sin embargo, el tipo de presentación será monobloc o integral, según lo indicado en la Norma UNE 211027 capítulo 5, cumpliendo características indicadas en el capítulo 7 de la citada norma y además:

- Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable, tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando cavidades de aire.
- El manguito metálico de empalme, que se incluirá en el suministro, será de tecnología por apriete mecánico según Norma UNE 211024-3 no admitiéndose que incorporen piezas sueltas de adaptación a las diferentes secciones del conductor a utilizar si no son extraíbles con movimiento voluntario.
- El empalme estará contenido en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	-----------------------------	--

11.9. PUESTA A TIERRA

Se conectarán a tierra todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de continua como de alterna. Se realizará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de las líneas existentes que atraviesa la CSF, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación presenta separación galvánica entre el grupo generador fotovoltaico y la red de transporte por medio de cada transformador BT/MT que se instala para elevar la tensión desde la salida AC de cada grupo de dos inversores.

Con el fin de evitar la degradación inducida por potencial en los módulos, se conectarán a tierra los negativos de todas las series de módulos fotovoltaicos. Para ello, el inversor contará con un kit especial de puesta a tierra del polo negativo.

La puesta a tierra queda como sigue:

- Derivaciones de la línea principal de tierra: correspondientes a los diferentes tramos procedentes de cada uno de los grupos de estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos hasta llegar al armario del inversor correspondiente. La sección de los conductores de protección es, como mínimo, la misma que la de los conductores activos o polares.
- Línea principal de tierra: enlazará el cuadro de cada inversor con el punto de puesta a tierra.
- Punto de puesta a tierra: punto situado en el suelo, en una pequeña arqueta, que sirve de unión entre la línea principal de tierra y la línea de enlace con tierra. Estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre ambos tramos, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.
- Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra.
- Electrodos: formados por picas y el conductor enterrado horizontalmente que las une. Las picas son barras de cobre o acero de 14 mm de diámetro como mínimo. Si son de

acero, están recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado. Su longitud es de 2 m y la separación entre una y otra es superior a su longitud.

- La red general de tierras estará formada por una malla de 35 mm² para la puesta a tierra de las estructuras que se conectarán a la red general de la planta, reforzado la instalación con picas colocadas según plano adjunto, para garantizar una resistencia de tierra menor de 10 ohmios. Este apartado estará condicionado al estudio de resistividad del terreno.

11.9.1. PANELES FOTOVOLTAICOS

Los paneles fotovoltaicos tendrán en su composición un marco metálico anclado a la estructura de cada seguidor con lo que la tierra de todos los componentes metálicos del sistema generador será conjunta a través de la estructura de los seguidores.

11.9.2. ESTRUCTURAS

Unión equipotencial entre estructuras de seguidores cable ultra flexible. Puesta a tierra parte superior estructura de seguidores cable ultra flexible. Conectado a la red general de tierra mediante conductor de cobre desnudo en B.T y anillo perimetral.

11.9.3. INVERSORES

Conectados a tierra en conductor de cobre desnudo en zanja B.T.

11.9.4. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Conectado a barra de puesta a tierra de cobre en contenedor en zanja de M.T., así como el neutro del transformador del lado de baja.

11.9.5. VALLADO

La valla estará puesta a tierra con picas de 2 m de longitud en cada esquina y en intervalos de 100 metros. Conectado en cable desnudo a tierra general de la CSF.

11.10. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del R.D. 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

11.11. ESTACIÓN METEOROLÓGICA

El Parque Fotovoltaico contará con dos (2) estaciones meteorológicas con la capacidad de adquirir al menos los siguientes datos meteorológicos: irradiancia global horizontal (GHI) e inclinada (GTI), albedo, temperatura de panel fotovoltaico, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, cantidad de precipitaciones y humedad.

Cada estación meteorológica deberá disponer como mínimo de los siguientes instrumentos:

- Torre de celosía de 10m con pararrayos (+ contador de rayos).
- Sensor de velocidad y dirección del viento Lastem DNB205 (o similar) con cable de 10m.
- Alimentación de la estación en AC y FV con autonomía de 5 días.
- Comunicaciones por F.O. monomodo + router 3G.
- Datalogger.
- Puesta a tierra de la torre.
- Dos células de referencia de INGENIEURBÜRO modelo Si-RS485TC-T-Tm (o similar), una en la parte frontal y otra en la parte trasera de un módulo de un seguidor solar cercano a la estación meteorológica.
- Dos células de referencia de INGENIEURBÜRO modelo Si-RS485TC-T-Tm (o similar), una limpia y otra sin limpiar que harán la función de sensor de suciedad. Se instalarán ambas en uno de los seguidores solares de la planta cercano a la estación meteorológica.
- Dos piranómetros secundarios estándar para la medición del albedo en el plano horizontal y la radiación GHI. Modelo SMP10 de la marca Kipp Zonen. Uno se instalará hacia arriba y otro hacia el terreno, en un brazo independiente del mástil y libre de cualquier obstáculo.
- Dos piranómetros secundarios estándar para la medición del albedo y radiación en el plano del seguidor (POA) modelo SMP10 de la marca Kipp Zonen. Uno se instalará en la parte frontal y otra en la parte trasera de un seguidor solar cercano a la estación meteorológica.
- Dos sensores de temperatura PT100 para medir la temperatura en la cara trasera de dos

módulos de uno de los seguidores solares cercanos a la estación meteorológica.

- Un sensor de temperatura y humedad ambiente de la marca Lambrecht y modelo TH [pro] (o similar).

Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración, y los sensores tendrán la mayor precisión disponible en el mercado, no presentando en ningún caso un error en las medidas mayor que el 3%.

Las estaciones meteorológicas estarán conectadas a la red de SSAA para asegurar la continuidad en el suministro de energía, evitando pérdida de datos por descarga de las baterías.

Las comunicaciones se realizarán mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	----------------------	---

12. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

En el presente apartado se describen los principales trabajos a ejecutar para acometer el Proyecto de Planta Solar Fotovoltaica conectada a red. Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Trabajos Previos
- Topografía
- Obra Civil
- Sistema de Drenaje
- Suministro de Equipos
- Montaje Mecánico
- Montaje Eléctrico

12.1. TRABAJOS PREVIOS

12.1.1. INSTALACIONES PROVISIONALES

Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias disponer para poder llevar a cabo, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la Instalación Fotovoltaica, y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto.

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales necesarias para la construcción de la Planta, que serán removidas una vez finalizada la obra:

- Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo a las necesidades de los contratistas.
- Comedores: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
- Servicios higiénicos temporales: Incluyen aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
- Zonas de acopio y almacenamiento temporal: Se dimensionarán zonas de almacenamiento y

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

acopio de materiales al aire libre. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedará prevista una zona de almacenamiento de residuos y otra para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de obra.

- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo al desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo las obras de la Planta Fotovoltaica, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisionales o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final.

12.1.2. VALLADO DE INSTALACIONES TEMPORALES

El cerramiento de las instalaciones provisionales será una de las primeras actividades a realizar para evitar el paso de personas ajenas a la misma y daños a terceros.

Para independizar la Obra y las Instalaciones provisionales de la normal operación de la Planta, el Contratista deberá considerar la construcción de un cerco metálico protegido con sus respectivos accesos peatonales y vehiculares.

La altura mínima de los cerramientos será de 2 metros, aunque habrá que considerar también las actividades que se vayan a desarrollar en la obra, puesto que pueden existir situaciones, que obliguen a colocar vallados de alturas mayores, marquesinas, etc.

El Real Decreto 1627/97 establece a este respecto, como obligación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la de adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a ella. La dirección facultativa, asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Además, se define que los accesos y el perímetro de obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

12.1.3. ACCESO A LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

En cuanto al acceso del personal, debe situarse de forma separada al de vehículos. Debe situarse en zona próxima a la puerta de entrada al solar y locales destinados a higiene y bienestar.

Es recomendable que las zonas de paso se señalicen y se mantengan limpias y sin obstáculos, pero si las circunstancias no lo permiten, como sería el caso de producirse barro, hay que disponer pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm y a ser posible por zonas, que no tengan que ser transitadas por vehículos.

12.1.4. REQUERIMIENTOS SANITARIOS

Se requerirá de instalaciones higiénicas para atender los requerimientos sanitarios de los trabajadores, para ello se implementarán baños químicos. La cantidad y disposición de los baños se desarrollará cumpliendo los requisitos señalados por el Ministerio de Salud (Real Decreto 1627/1997 y Real Decreto 486/1997).

Los locales de aseo contarán con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Estos locales serán tipo cabina temporal o baños químicos. Se dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

No se dispondrán duchas ya que no se realizarán habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración.

La implementación de los baños químicos será encargada a una empresa que se encuentre autorizada por la Delegación Provincial de Salud.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

12.1.5. SUMINISTRO DE ENERGÍA

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre la Instalaciones provisionales y frentes de trabajo.

Estos equipos estarán declarados ante Delegación de Industria, por un instalador eléctrico autorizado y de clase correspondiente. Los cálculos de cargas y el dimensionamiento de los mismos serán recogidos en el proyecto eléctrico de las zonas provisionales que se declarará en Industria.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.

12.1.6. ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 5 m³/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día.

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para bebida, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

12.1.7. ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m³/día de este material.

12.1.8. OFICINAS DE OBRA

Se utilizarán contenedores metálicos o panel sándwich para dar servicio a la constructora, contratas, la administración competente y la inspección técnica de obra, incluyendo al menos dos puestos de trabajo por oficina y aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas provisionales que darán servicio a estas casetas contarán con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre. Además, se realizará la provisión de muebles en cantidad necesaria para un desempeño cómodo.

12.1.9. TALLER DE TRABAJO

En este recinto se dispondrán las herramientas, accesorios de trabajo e instalaciones eléctricas necesarias para la realización de trabajos de carpintería y enfierradura. Serán instalaciones menores dado que la mayor parte de los materiales empleados en la construcción no necesitarán ser conformados en obra.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

12.1.10. ALMACÉN DE MATERIALES

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores “ad hoc” los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

12.1.11. VESTUARIOS

Se instalarán vestuarios provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo. Se instalarán un local de aseo por cada 10 trabajadores.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, lavabos e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias.

12.1.12. COMEDOR

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara.

En el comedor no se instalará cocina debido a que la comida será facilitada desde el exterior de la Planta debidamente preparada para su transporte por una empresa contratada para tal efecto.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.

12.1.13. ESTACIONAMIENTOS

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la Instalación se habilitará aparcamiento para vehículos en plazas de 2,5 x 5 metros.

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: estacionamiento, sentido de circulación, ingreso y salida.

12.1.14. ZONAS DE DEPOSICIÓN DE RESIDUOS

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

12.1.14.1. *RESIDUOS DOMICILIARIOS O ASIMILABLES*

Destacar dos tipos:

- Residuos orgánicos: estos residuos son los restos de alimentos, considerado como residuos domésticos
- Residuos reciclables: los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.

Los residuos sólidos domésticos serán recogidos en bolsas de basura o en recipientes cerrados para luego ser dispuestos en tambores debidamente rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores.

Se habilitará un sector o patio de residuos, el cual poseerá un sector especial para la acumulación transitoria de los residuos domiciliarios que se generen durante la fase de construcción.

Desde los frentes de trabajo, los residuos serán llevados diariamente hasta el patio de residuos, donde finalmente serán retirados semanalmente.

Una empresa especializada y autorizada será encargada de llevar un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados, y será encargada del traslado a un vertedero autorizado.

12.1.14.2. RESIDUOS INDUSTRIALES NO PELIGROSOS

Los residuos definidos como Residuos Industriales no Peligrosos corresponden a escombros (áridos, hormigón), restos de madera, clavos, despuntes de hierros, etc.

Estos se generarán de manera relativamente constante durante toda la etapa de construcción y serán acopiados en un área especial dentro de las instalaciones provisionales que consta de 2 unidades de módulos prediseñados RCA1A donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente ser llevados a un vertedero autorizado.

Las medidas serán de 6 x 2,4 x 2,6 m y suelo de aluminio estirado. El diseño de los módulos debe garantizar una ventilación adecuada mediante el uso de rejillas de ventilación. Presentarán Puerta metálica de 1,6 x 2,06 m con rampa metálica debidamente reforzada.

Instalación eléctrica 380/220 Vac incluyendo alimentación y circuito de emergencia además de Sistemas de detección y extinción de incendios.

Durante toda la etapa de construcción, se llevará un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	COIIRM VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]

12.1.14.3. RESIDUOS INDUSTRIALES PELIGROSOS

Estos residuos corresponden a grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso.

Para las sustancias y los residuos peligrosos manejados durante la etapa de construcción, el Titular se compromete a mantener un registro actualizado de estos, de manera de estar disponibles para cuando la autoridad los solicite.

Los residuos peligrosos serán almacenados en forma segregada al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

Sus características principales son las siguientes:

- Tamaño 6 x 2,4 x 2,6 m
- Suelo: 30.30.30-2mm Tramex en cubo de 1000 litros con salida de tubería de drenaje. Cubo y Tramex fabricados en acero galvanizado.
- El diseño de los módulos debe garantizar una ventilación adecuada mediante el uso de rejillas de ventilación de aluminio.
- Puerta metálica de 1,6 x 2,06 m con rampa metálica debidamente reforzada.
- Instalación eléctrica 380/220 Vac que incluye alimentación y circuito de emergencia.

12.1.15. CONTRATACIÓN DE SERVICIOS

Respecto a la contratación de servicios, tales como el suministro y mantenimiento de baños químicos, la seguridad (guardia), el transporte de personal, las telecomunicaciones y el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos serán contratados a empresas especializadas y que cuenten con las autorizaciones respectivas.

Una vez realizados los trabajos de construcción correspondientes a la primera etapa de la Planta, se procederá a dejar el terreno que se destinó para el montaje de las instalaciones provisionales tal cual se encontraba previo a su utilización. Esto quiere decir que se eliminarán todo tipo de restos de fundaciones provisionales, posteados eléctricos, restos de construcción y escombros, los cuales serán conducidos a sus respectivos destinos finales autorizados por el servicio de salud ambiental.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

12.1.16. TRANSPORTE DEL PERSONAL Y JORNADA LABORAL

En la planificación de las obras no se considera la instalación de campamentos dormitorio para alojamiento del personal, sino que éste residirá en las localidades cercanas, por lo cual se contará con transporte diario facilitado por el contratista principal hacia el lugar de instalaciones provisionales.

La jornada laboral será de 8 horas al día de lunes a viernes, para un total de 40 horas semanales.

El transporte del personal hacia y desde el sitio en que pernocta se hará mediante una flota de buses o vehículos equivalentes. Además, durante la construcción se deberá transportar personal entre los diferentes puntos de la Instalación para ejercer sus funciones. Este transporte se hará mediante camionetas para uso permanente.

El transporte de los materiales de Proyecto se llevará a cabo mediante camiones que serán despachados bajo la responsabilidad del almacén, los cuales repartirán en los puntos especificados para su destino los diferentes materiales.

Los materiales y servicios serán abastecidos por subcontratos otorgados a terceros con circulación diaria de vehículos a lo largo de la construcción. Entre ellos se pueden citar: distribución de agua potable, distribución de combustibles, mantenimiento y traslado de baños químicos, etc.

En las zonas del Proyecto en que se realice carga/descarga y transporte de materiales de excavación, los camiones transitarán a una velocidad máxima de 30 km/h. Los materiales transportados se cubrirán con lonas debidamente atadas, que cubran toda la carga, para mantener los materiales libres de polvo y evitar la caída del material. Como medida de prevención contra choques y atropellos, los camiones circularán en todo momento con las luces bajas encendidas.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12 2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

12.1.17. PRIMEROS AUXILIOS

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá 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 de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

12.1.18. SEÑALIZACIÓN

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo a la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	22/12 2022	 VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
--	---------------	--

12.2. TOPOGRAFÍA

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas “Global Navigation Satellite System” (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar a al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta “H” menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	--	---------------	--

12.3. OBRA CIVIL

La obra civil necesaria para la construcción y posterior explotación de Parque Solar se describe a continuación:

- Preparación del terreno y Movimientos de Tierra.
- Viales interiores de la Instalación y acondicionamiento de los accesos.
- Sistema de drenaje.
- Zanjas y canalizaciones para los cables de potencia y control.
- Cimentaciones para las estructuras del seguidor solar y las estaciones de potencia.
- Vallado perimetral.

12.3.1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

El acondicionamiento del terreno abarca los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas los elementos como maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente. Posteriormente, se hará una compactación del terreno, realizando cuando sea necesario movimientos de tierras para su nivelación, dejando pendientes con un máximo al 23,5% Norte-Sur que es la máxima que admiten los seguidores.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVJJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.

Para la realización de los trabajos de acondicionamiento del terreno se utilizarán diversos medios mecánicos como pueden ser:

- Máquinas excavadoras: La función principal de las máquinas excavadoras es la realización de zanjas para la extracción de material procedente del terreno natural, su carga, y transporte y su descarga en el lugar elegido para la realización del acopio en caso de excedentes. Sin embargo, en los movimientos de tierra se prevé la reutilización de todo el material extraído en la realización de zanjas o movimientos de tierra.
- Palas cargadoras: La pala cargadora forma parte de la maquinaria en movimiento de tierras que se usa en las labores de excavación y desmonte para la recogida y acarreo del material acopiado por la excavadora hasta el lugar elegido para el almacenamiento en obra.
- Tractor bulldozer: El tractor bulldozer es usado en las labores de desmonte y excavación como alternativa a la excavadora para la extracción y transporte de capas de terreno de poco espesor siempre y cuando la profundidad de excavación sea pequeña. Estas capas extendidas deberán ser posteriormente compactadas mediante rodillo.
- Motoniveladora: La motoniveladora es un instrumento ampliamente utilizado en la fase de terraplenado. Se encarga de extender y nivelar las tongadas de material que componen las sucesivas capas de un terraplén.
- Compactador de tierras: Una vez un terreno de nueva colocación es extendido y nivelado, este debe ser compactado a fin de otorgarle la capacidad portante necesaria para el acogimiento de las cargas generadas por el peso del proyecto.

- Camión volquete: Este camión es cargado mediante la pala cargadora o la excavadora y su principal misión es la carga y descarga de los materiales excedentes de la explanación del terreno.

12.3.2. VIALES DE ACCESO E INTERIORES

12.3.2.1. *VIALES INTERIORES*

La Instalación contará con una red de viales interiores que darán acceso a los diferentes Centros de Transformación que conforman la CSF.

Todos los CTs deberán estar en una plataforma ligeramente elevada y conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de los CTs sin pendiente.

Se dispondrán viales internos de 3,5 m de ancho y un radio mínimo de curvatura de caminos de 12 m, que permita el giro de los vehículos de transporte de los módulos fotovoltaicos.

La sección utilizada de vial será de espesor de 25 cm, consistente en 10 cm de Zahorra artificial compactada al 95% del Proctor modificado (PM), sobre una subbase de 15 cm suelo seleccionado, apoyados sobre un terraplén de 60 cm de suelo Tolerable, debidamente compactado al 95% del Proctor modificado (PM), con un bombeo del 3%. Se realizará la compactación mediante rodillo vibrante de la tierra de labor existente de forma previa a la ejecución de estos viales.

Las pendientes de los viales se adecuarán en todo lo posible al terreno existente, intentando reducir los movimientos de tierras. Sin embargo, se fija una pendiente máxima del 10%, por encima de la cual se deberá analizar de manera particular el trazado en alzado para garantizar el correcto acceso de los diferentes vehículos que fueran a circular por el vial.

A continuación, se muestra las Secciones Transversales Tipo de los Viales perimetrales de la CSF.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM
--	------------	---

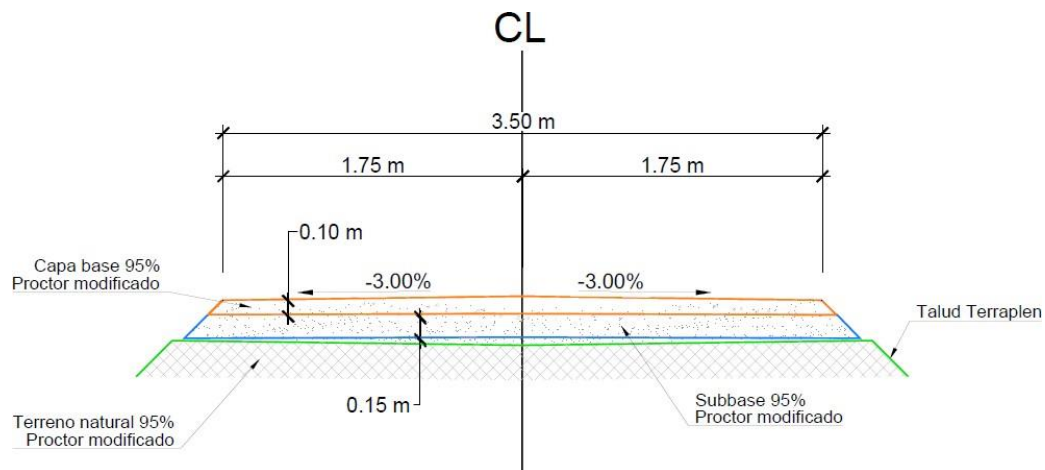


Figura 24: Sección transversal en terraplén.

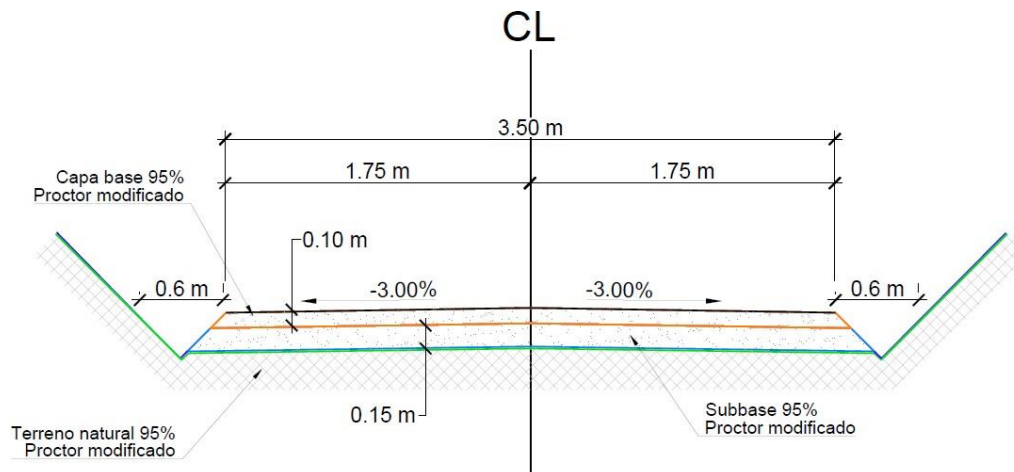


Figura 25: Sección transversal en desmante.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

No obstante a lo anterior, la mayoría de los caminos interiores de la CSF son caminos existentes que podrán ser reacondicionados en mucha menor medida. En las siguientes imágenes pueden verse los accesos a diferentes CTs en los que se han utilizado caminos existentes:

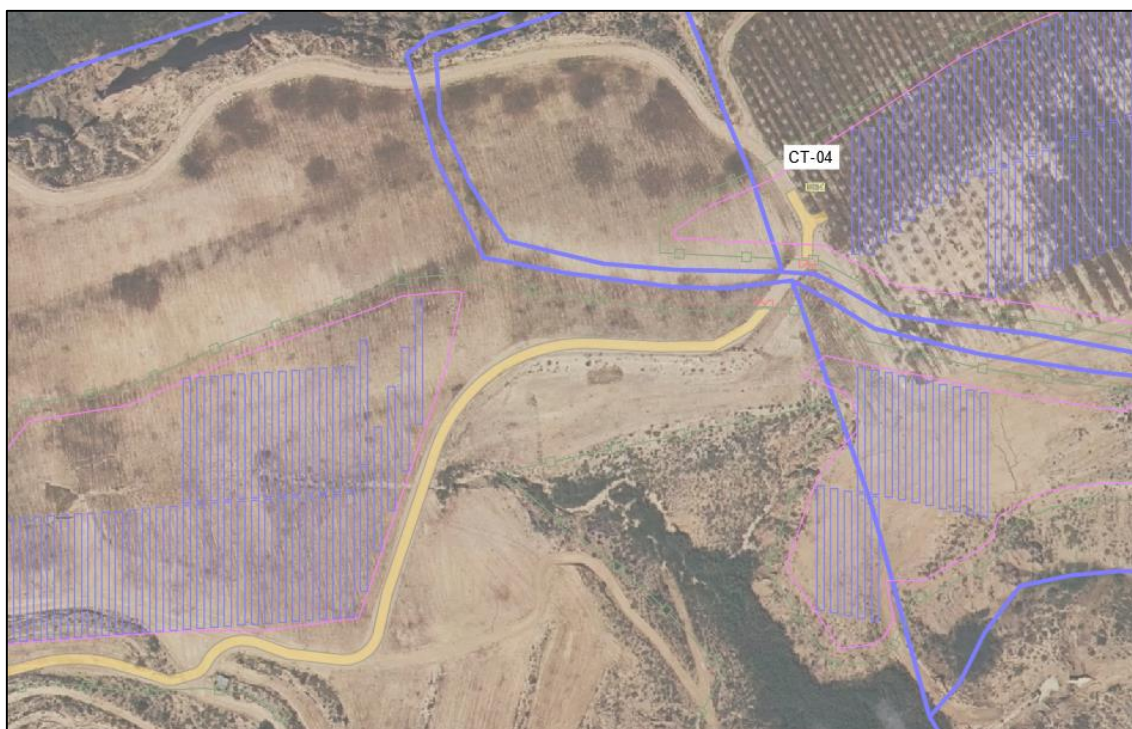




Figura 26: Viales interiores de acceso a Centro de Transformación.

12.3.2.2. VIALES DE ACCESO

Los viales de acceso a la CSF serán similares a los viales interiores. En su mayoría serán caminos privados existentes (1.369,13 metros) y en otros casos serán caminos nuevos a acondicionar (77,11 metros).

En los planos adjuntos puede diferenciarse en la leyenda el tipo de vial acorde a la siguiente leyenda:

	CAMINO INTERNO CSF (3.5m)
	CAMINO TITULARIDAD PÚBLICA
	CAMINO ACCESO A ACONDICIONAR (4m)
	CAMINO PRIVADO EXISTENTE

Los caminos de acceso (a acondicionar o existentes) se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

Los accesos a la CSF se realizan por caminos de titularidad pública o la carretera local provincial RM-C10 anexos a las parcelas de la central solar. En general, a todas las parcelas se podrá acceder desde alguna de las siguientes vías de comunicación:

- Carretera Autonómica RM-C10
- Carretera de Pliego a Manzanete

A estos accesos se accede desde el término municipal de Mula

12.3.3. VALLADO PERIMETRAL

Todo el recinto de la Instalación estará protegido para evitar el ingreso de personal no autorizado a la Planta, así como para evitar el ingreso de fauna de gran envergadura y para delimitar las instalaciones, con un cerramiento cinegético de malla metálica anudada galvanizada tipo 200-17-30. El cerramiento tendrá una altura de 2 m sobre el terreno montada sobre postes metálicos hormigonados al suelo cada 3 m y tres cables de tensión debidamente anclados a los mismos, sobre los que se apoyará una rejilla metálica.

Para disminuir el efecto barrera, el vallado será de tipo cinegético y permeable a la fauna.

Se colocarán medidas anti-colisión consistentes en colocar placas metálicas de color llamativo y acabado mate de 25x25cm que habrán de situarse en cada espacio entre apoyos acorde al Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión.

El vallado cumplirá con lo indicado en el artículo 24.10 de la Ley 7/2003, de 12 de noviembre, de Caza y Pesca Fluvial de la Región de Murcia, con desbroces solo para las zanjas y respetando en lo posible la vegetación. Por lo tanto, la separación entre los alambres verticales será de 30 centímetros quedando los horizontales separados e forma progresiva de abajo hacia arriba un mínimo de 12 centímetros.

Los postes serán tubulares de acero galvanizado, anclados al suelo. La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidable.

Además, en los cierres perimetrales, se colocarán medidas anti-colisión consistentes en colocar placas metálicas de color blanco y acabado mate de 25x25cm que habrán de situarse en cada espacio entre apoyos.

En la siguiente imagen se muestra el vallado propuesto cumpliendo las indicaciones anteriormente mencionadas:

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12 2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]  COIIRRM

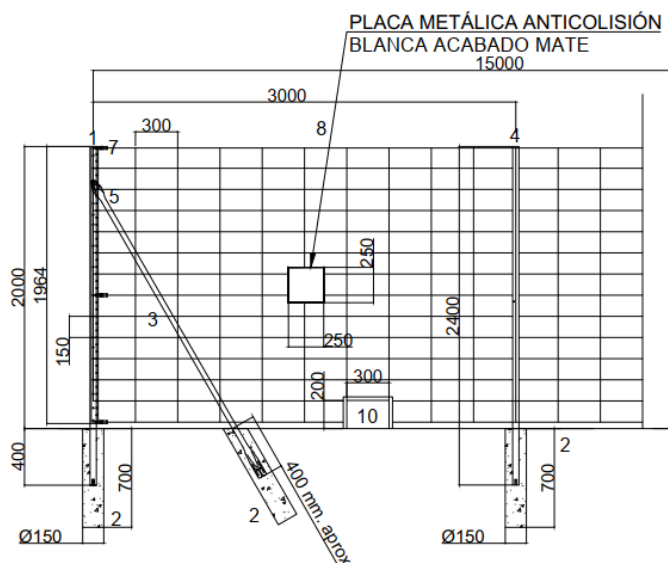


Figura 27: Placa metálica anticolisión.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	22/12 2022	COIIRM VISADO : MUJ2204395 MURCIA Validation coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN20]
---	-----------------------	---

Pie Derecho

Se constituirá de tubo de acero (a base de fleje de acero cerrado longitudinalmente mediante soldadura eléctrica, manteniendo la sección constante) de 45 mm de diámetro, con un espesor de 1,2 mm. Los postes de han de conformar preferiblemente en frío para conseguir la inclinación de 60° eliminando soldaduras.

El pie derecho en que se dispongan aparatos de tensión irá debidamente arriostrado mediante torna-puntas del mismo tipo de tubo que el pie derecho, fijados mediante tornillo y tuerca por un extremo y anclados al cimiento por el otro extremo.

En general, se dispondrá de dispositivos de tensión en las esquinas y puntos de inflexión del cerramiento, siendo la separación máxima de los pies derechos con dispositivos de tensión de 30 m.

Cables de Tensión

Se dispondrá de tres cables equidistantes entre sí y formados bien por cordones de dos hilos de acero de 2,2 mm de diámetro cada uno, o bien por un alambre de acero de 3 mm de diámetro.

Estos cables se fijarán a los tubos mediante pasadores de aleta y a los terminales mediante los dispositivos de tensión.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

Dispositivos de Tensión

Serán tensores de rosca o aparatos similares, debidamente acoplados a los tubos. Serán galvanizados (o plastificados si por ambiente marino o especialmente agresivo así se precise).

Rejillas Metálicas

Se empleará rejilla metálica galvanizada (con galvanizado triple reforzado) de 15x30 mm de abertura, formada por alambres de 3 ó 4 mm.

Alambre Galvanizado

El alambre será de acero, exento de cualquier imperfección, que estará recubierto de zinc.

Protección de Cerramiento

La protección contra la intemperie podrá efectuarse con pintura anticorrosiva adecuada, mediante galvanizado o utilizando elementos plastificados. En cada caso particular se analizará la conveniencia de la utilización de uno u otro método según las diversas circunstancias de tiempo, medios, ambiente marino, etc.

El galvanizado será de la calidad suficiente y tendrá el espesor igual o superior a 15 micras, siguiendo la NM- A 99 EMAG (1ª R), y uniformidad necesarios para evitar la acción de los agentes corrosivos externos, así como para que no se produzca el decapado en los golpes normales, durante su manipulación y transporte.

La distancia mínima entre seguidores y el vallado perimetral será de 6 m.

Puertas de acceso

El paso principal o el paso de material a la central se efectuará a través de puerta metálica de hojas de 6 m de anchura (3m cada hoja), en hoja de 2,00 m de altura.

El elemento estructural constará de dos soportes, formados por un perfil laminado y pletina soldada al mismo, anclados sobre cimiento de hormigón en masa, sobre los que se fijarán los machones para el anclaje de las bisagras de las puertas.

La estructura de las puertas se formará a base de tubo de cuadrado de chapa y llevarán arriostramientos en forma de K del mismo material. Los vanos se cubrirán con rejilla metálica, sujeta al elemento resistente mediante junquillos de tubo de chapa.

12.3.4. CANALIZACIONES

A continuación, se describen las diferentes zanjas tanto de baja como de media tensión que se utilizarán en el presente proyecto. Estas zanjas quedarán identificadas a lo largo de todo su recorrido instalando marcadores de ruta de diseño y material aprobados cada 50 metros en tramos rectos, y en todos los cambios de dirección.

12.3.5. ZANJAS BAJA TENSIÓN

Para las canalizaciones de Baja Tensión distinguir entre

- Zanja compartida por cables que conectan los strings con los inversores, denominado cable solar (Cu), y por cables que conectan los inversores con los transformadores, denominado Cable BT (Al).
 - El cableado solar (Cu) circulará por en aéreo convenientemente fijado a la estructura soporte,
o bien por el interior de tubos de polietileno de alta densidad (PEAD), con un máximo de seis 6 circuitos por tubo y un máximo de cuatro (4) tubos por zanja.
 - El cableado BT (Al) irá directamente enterrado a un mínimo de 0,60 m de profundidad, con un máximo de 9 circuitos separados 0,25 m.

En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,05 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,30 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior de cable de BT (Al) se dejará otra capa de 0,20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa protectora, una capa de 0,1 m de arena y sobre ella se colocará una cinta de señalización. Para finalizar, se colocará una última capa de 0,30 m de tierra compactada.

- Zanja por la que solo discurrirá el cableado de BT (Al) que conecta los inversores con los transformadores. Los cables irán directamente enterrados a un mínimo de 0,70 m de profundidad y con un máximo de 9 circuitos por zanja separados 0,25 m. En el lecho se colocará una capa de arena de unos 0,05 m de espesor sobre la que se depositará la

primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,30 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,05 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una cinta de protección mecánica y otra capa de 0,10 m de tierra de relleno compactada, la cinta de señalización y por último 0,30 m de tierra de relleno compactada.

Aparte de estos dos tipos de zanjas, distinguir los tramos de zanjas que discurren bajo caminos. En ese caso, la arena descrita anteriormente se sustituye por hormigón y todo el cableado irá bajo tubo.

El trazado será lo más rectilíneo posible, y a poder ser separados lo máximo posible de las cimentaciones de los seguidores. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

Para más detalles sobre los distintos tipos de zanjas de BT consultar Planos de Detalle.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

12.3.6. ZANJAS MEDIA TENSIÓN

Existirán dos tipos de zanja de Media Tensión en función del uso de la superficie del terreno donde discurran:

- Trazado bajo tierra (tramos dentro de las parcelas de la CSF)

El lecho de zanja deberá ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En él se colocará una capa de tierra apisonada de 5 cm de espesor sobre la que se depositará el cable a instalar, a continuación de esta capa se colocará arena limpia de 25 cm de espesor. A 15 mm de la base de la zanja y en un lateral de la misma, se tenderá el cable de tierra.

En la parte superior de la capa de arena limpia se colocará un tubo de reserva de 110 mm diámetro y un tritubo para telecomunicaciones de 40 mm de diámetro.

Sobre la capa de arena limpia se colocará una protección mecánica de Polietileno Normalizado con resistencia superior a 20 Julios y de 10 cm de espesor.

A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación, de 60 cm de espesor, apisonada por medios manuales, cuidándose que esté exenta de piedras o cascotes.

Dentro de la capa de tierra de excavación se colocará cintas de señalización como advertencia de presencia de los cables eléctricos.

- Trazado bajo vial o cruzamiento (tramos fuera de las parcelas de la CSF)

Los cables discurren dentro de un dado de Hormigón HM-125, con una sección cuadrada de 50 cm. Dentro de este dado discurre el/los tubos que albergan las terna de Media Tensión con un diámetro de 250 mm, y los tubos de telecomunicaciones en la parte superior del dado embebido en éste.

A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación, de 60 cm de espesor, apisonada por medios manuales, cuidándose que esté exenta de piedras o cascotes. Sobre la tierra de excavación se colocará una capa de reposición de asfalto de 15 cm desde la superficie exterior.

A una distancia de 30 cm de la superficie se colocará una cinta de señalización, como advertencia de presencia de los cables eléctricos.

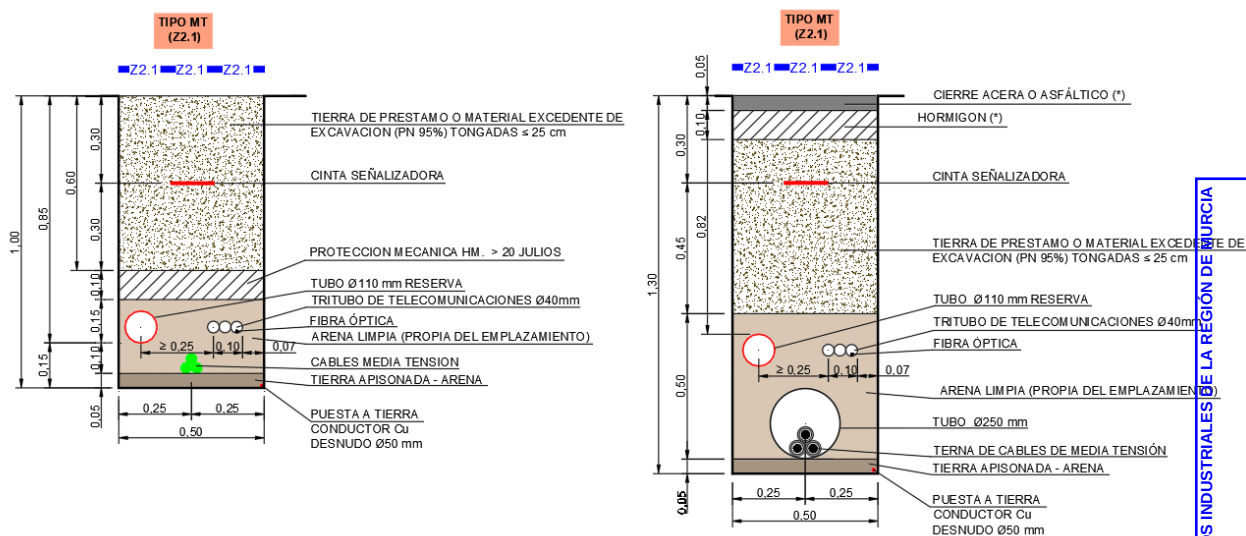


Figura 28: Detalle tipo zanjas media tensión

12.3.7. CIMENTACIÓN PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

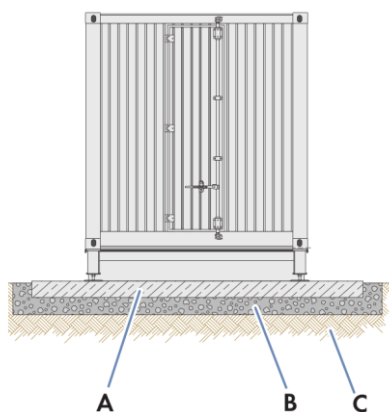
El Centro de Transformación se colocarán sobre losa de cimentación de hormigón HA-25/B/20/IIa. La losa de cimentación debe tener estas características:

- La losa de cimentación debe ser adecuada para el peso de la estación transformadora.
- La losa de cimentación debe coincidir con el nivel del suelo. De esta forma se garantiza una circulación sin problemas sobre la cimentación de hormigón cuando se sustituyen componentes.
- La losa de cimentación tendrá las características que se indican en la siguiente tabla:

Posición	Dimensiones
Dimensiones (Largo –Ancho) *	Las dimensiones de la losa deberán de sobresalir 1 metro en todo el perímetro de la estación transformadora., cuyas dimensiones son 6.058 × 2.438 mm.
Profundidad	La profundidad mínima será de 300 mm, quedando la cara superior alineada a la cota 0 del terreno. Se dejarán los tubos necesarios para el paso de los cables de media y baja tensión, así como los de control.
* La anchura será la adecuada en cada caso, dependiendo de las dimensiones de cada topología de CT.	

Tabla 17: Características de la losa de cimentación para los Centro de Transformación.

En la siguiente figura se ilustra un ejemplo de la cimentación vista desde perfil.



A → Losa de cimentación

B → Cimentación de gravilla

C → Terreno firme, como de grava

Figura 29: Ejemplo cimentación

El foso se ejecutará con una pendiente mínima del 2 % hacia el tubo de salida, para evitar la acumulación de agua en su interior y facilitar la salida del aceite. Dispondrá de una única salida, protegida con una rejilla de material metálico y paso de celda máximo de 3 cm, para evitar que se cuelen objetos grandes o alimañas.

12.4. SISTEMA DE DRENAJE

De acuerdo a lo dispuesto en el Estudio Hidrológico del emplazamiento, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años;
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejillas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calcula la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

12.5. SUMINISTRO DE EQUIPOS

Previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

12.6. MONTAJE MECÁNICO

12.6.1. MONTAJE DE SEGUIDORES Y DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes fijados a las fundaciones. El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante grapas uniones atornilladas.

12.6.2. MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Las Estaciones de Potencia tan solo necesitarán la adecuación del terreno donde se instalarán y su correcto posicionamiento en el campo solar.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

12.7. MONTAJE ELÉCTRICO

Los trabajos de montaje eléctrico incluyen las siguientes actividades:

- Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT).
- Instalación eléctrica de Media Tensión (MT).

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir a su vez en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (DCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (ACBT).

La instalación DCBT comprende la disposición de todo el cableado de string CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de las strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de un seguidor hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos las strings de la Planta.

La instalación DCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre los strings y las cajas combinadoras de string, que son armarios eléctricos de intemperie destinados a conectar en paralelo varios strings y permitir la desconexión de una parte del generador FV en caso de fallo o para realizar labores de mantenimiento; y por otro lado entre éstas y los inversores, los cuales estarán ubicados en los lugares destinados para el efecto. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación ACBT comprende la alimentación de los seguidores y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de los seguidores y los armarios de cada equipo auxiliar con el cuadro de baja tensión, instalado en las Estaciones de Potencia y conectados a los transformadores de auxiliares.

13. SISTEMA MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE PLANTA

13.1. OBJETIVO

El objetivo del sistema SCADA es la implantación de un sistema de monitorización de los equipos instalados en la planta solar (contadores de exportación MT, relés de protección, inversores de potencia, analizadores de corriente continua, contadores de BT, equipos de control de temperatura en transformadores, cajas de conexión de strings, estaciones meteorológicas y ups) y el registro de los datos suministrados por dichos equipos, permitiendo centralizar en un sistema informático con servidor web incorporado, la gestión de esta información. El objeto de esta implantación es la detección de defectos en la instalación, medida de la producción energética, eficiencia y disponibilidad, generación de eventos y alarmas y el almacenamiento de todo ello en una base de datos. Las principales razones para instalar un sistema SCADA/SQL en una Planta fotovoltaica son:

- Detección de defectos en la instalación.
- Medida de la producción energética, eficiencia y disponibilidad.
- Almacenamiento de estas variables en una base de datos para generar informes específicos.
- Generación de eventos y alarmas.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVJJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

13.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Para integrar un sistema SCADA/SQL es necesario cumplir con unos requerimientos específicos. Se deberán instalar dos sistemas SCADA independientes. Se describirán ambos sistemas en los puntos siguientes.

13.2.1. TOPOLOGÍA DEL SISTEMA SCADA

Este sistema está compuesto por dos aplicaciones SCADA que consultan a los distintos dispositivos de campo de forma simultánea haciendo uso de la misma red de comunicaciones de la instalación.

Una de estas aplicaciones se ejecuta sobre un servidor dedicado exclusivamente a tal fin ubicado en el Centro de Datos de X-ELIO (en adelante SCADA REMOTO), el cual se conecta con los equipos de la planta haciendo uso de la conexión a internet disponible en la planta y del router VPN suministrado por X-Elío (Nauta, CISCO-C819 o similar o Shopos).

La otra aplicación SCADA corre sobre un servidor local ubicado en la instalación (en adelante SCADA LOCAL). El servidor debe estar localizado en un armario tipo rack de 19" con UPS.

Para establecer la comunicación entre el SCADA REMOTO y los equipos presentes en la instalación, el router VPN establecerá una conexión cifrada, a través de la conexión a internet, con el servidor ubicado en el Centro de Datos de X-ELIO. Esta conexión a internet deberá ser utilizada únicamente por el SCADA. Está prohibido usar esta conexión para cualquier otro equipo o sistema (ordenadores, workstations, tablets, Wi-Fi routers, routers, etc.)

Los requerimientos de la conexión a internet de la VPN de X-Elío dependen del número de equipos, variables y demás parámetros a monitorizar. Estos requerimientos se establecerán por el equipo de mantenimiento de X-Elío. La compañía constructora deberá cumplir con estos requerimientos:

- Velocidad de subida de mínimo 4Mbps (recomendado 5Mbps o más)
- Velocidad de descarga mínima de 2Mbps.
- Sin límite de descarga.

- Conexión estable, sin interrupciones
- Se recomienda contratar una IP fija para uso exclusivo de la conexión a internet de X-Elio.

Asimismo, será necesario instalar una estación de trabajo de sobremesa, que utilizará el personal de mantenimiento en la planta para revisar y operar con el SCADA local. Se ubicará en el Centro de Control de la planta.

La siguiente imagen muestra la topología definida para llevar a cabo la operación de ambos sistemas simultáneamente.

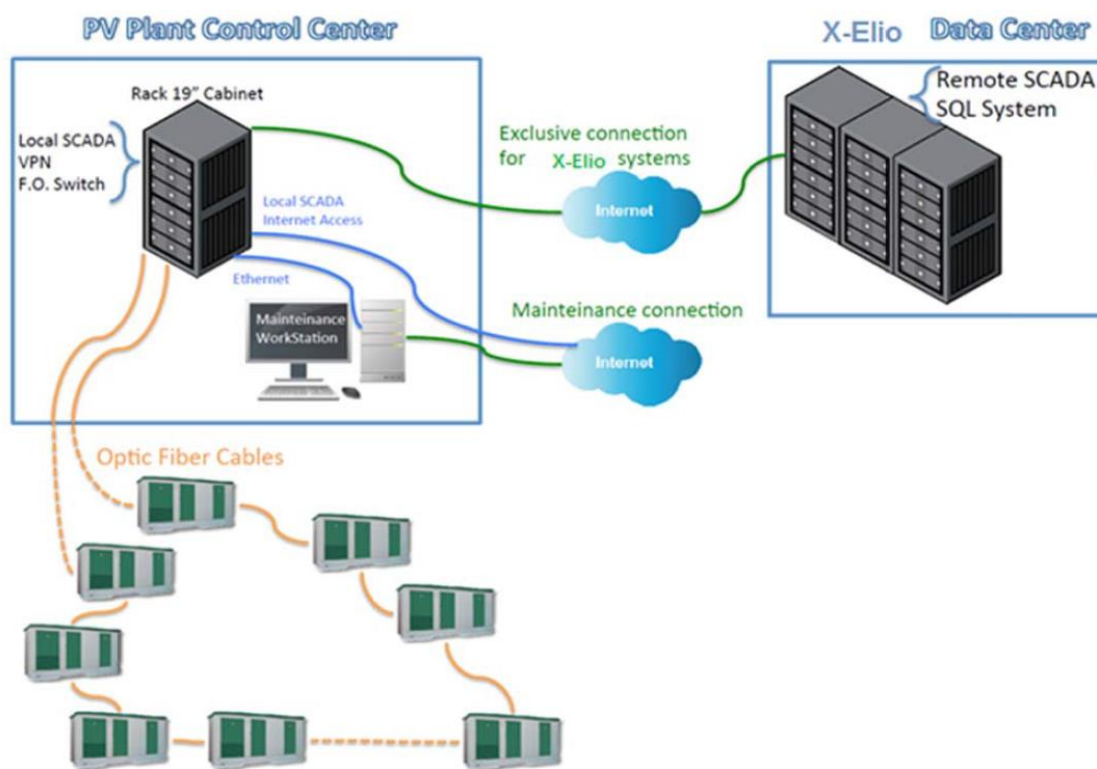


Figura 30: Topología definida de operación de una central solar fotovoltaica.

El Centro de Control deberá estar interconectado con las estaciones de inversión-transformación mediante una red de fibra óptica con topología en anillo. La red de fibra óptica estará interconectada por switches gestionables Ethernet tanto en el Centro de Control como en todas las estaciones de inversión-transformación.

Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados, deberán llevar protocolo de comunicaciones Modbus/TCP or Modbus/RTU.

Los equipos de campo que pertenezcan a un centro de inversión-transformación concreto deberán estar conectados al switch Ethernet de ese centro.

Los equipos ModbusTCP (Ethernet) deberán conectarse directamente a los switches ethernet de cada centro.

Los equipos Modbus/RTU (RS485) deberán estar también conectado a los switches ethernet de los centros a través de un conversor RS485/ModbusTCP. Dispositivo recomendado: TCP1RS+ o TCP2RS+ (marca Circutor).

Todos los equipos necesarios (contadores AC, conversores RS485/Modbus TCP, switches ethernet fibra óptica...) se deberán instalar en un armario localizado en cada centro de inversores-transformación denominado “armario de monitorización y medida”.

De este modo ambas aplicaciones SCADA comparten la infraestructura de comunicaciones en la instalación con los dispositivos de campo.

13.2.2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL SCADA

El sistema SCADA se desarrollará a través de la aplicación PowerStudio siendo necesaria licencia. Será necesario desarrollar una aplicación específica para cada SCADA. Como se ha mencionado anteriormente, habrá dos SCADAs diferentes (SCADA Remoto y SCADA local).

Los datos recogidos por las aplicaciones son mostrados en varias pantallas tipo sinóptico, así como también son almacenados en base de datos con un periodo de registro que se describirá en el apartado correspondiente de este documento. Las alarmas y los informes estarán también disponibles en el SCADA.

13.2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS DEL SCADA

La presentación de los datos instantáneos más representativos se organizará en pantallas. Todos los equipos incluidos en cada pantalla deberán estar vinculados al correspondiente dispositivo. Las pantallas disponibles serán como mínimo las siguientes dependiendo de los equipos de campo integrados en el SCADA:

- 1 ud pantalla general de planta mostrando la implantación.
- 1 ud pantalla general de planta mostrando todos los contadores AC.
- 1 ud pantalla general de planta mostrando todos los inversores.
- 20 uds pantallas de centro de inversor-transformador. (número de centros de transformación en la planta).
- 1 ud pantalla mostrando las estaciones meteorológicas.
- 1 ud pantalla mostrando las estaciones meteorológicas y las células calibradas.
- 1 ud pantalla mostrando el sistema de seguridad automática de los seguidores (debido a grandes vientos), incluyendo la posición nocturna.
- 1 ud pantalla mostrando el estado de los seguidores. Todas las posiciones y parámetros deberán establecerse a través del SCADA (incluyendo posición nocturna, posición de defensa, posición de limpieza y límites de uso de radiación difusa).
- 1 ud pantalla mostrando el sistema de control de potencia activa.
- 1 ud pantalla mostrando todos los datos de control de temperatura (incluyendo valores de temperatura de transformador e inversor)
- 1 ud pantalla mostrando los relés y contadores de media tensión.
- 1 ud pantalla mostrando la topología de MT
- 1 ud pantalla mostrando los parámetros del PPC y RTU.

Todas las pantallas mostrarán en la cabecera: fecha y hora del sistema, potencia exportada e irradiancia de la célula de referencia para el cálculo de PR (Performance Ratio). A continuación, se muestra una breve descripción de cada pantalla.

LAYOUT: Esta pantalla mostrará la distribución general de la planta. Localizará cada centro de inversión-transformación y el Centro de control, mostrando la potencia producida en cada CT y estará vinculada con su correspondiente pantalla de CT.

CONTADORES AC: Esta pantalla mostrará valores de tensión, corriente, potencia activa exportada y factor de potencia simultáneamente de cada contador. Para mostrar todos los valores del contador, cada uno tendrá un acceso directo. También se mostrará la potencia activa exportada para cada CT. Se describirá claramente si tanto la energía como la potencia son importadas o exportadas. También se mostrará la suma total de potencias activa y reactiva.

INVERSORES: Esta pantalla mostrará valores de tensión AC y DC, intensidad AC y DC y potencia activa exportada de los inversores, simultáneamente. Para mostrar todos los valores del inversor, cada uno tendrá un acceso directo. También se mostrará la potencia activa exportada para cada CT.

CENTRO DE INVERSION-TRANSFORMACIÓN: Esta pantalla mostrará los contadores AC, analizadores DC, inversores y cajas de string conectadas a cada centro. Los valores mostrados de los contadores AC y de los inversores son idénticos a los referenciados en pantallas anteriores. Cada analizador DC mostrará tensión, intensidad y potencia activa. Cada caja de string mostrará la corriente de cada string y la tensión y temperatura de la caja. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para ver todas sus variables.

ESTACIÓN METEOROLOGICA: Esta pantalla mostrará cada canal de todas las estaciones meteorológicas en la planta. Todas las estaciones tendrán un acceso directo para visualizar todas las variables. Todas las células calibradas y piranómetros deberán estar etiquetados con la situación y el uso (por ejemplo, Piranómetro 1 -30º PR o Célula limpia seguidor P04H). Vínculos necesarios en esta pantalla (3) unir todas las irradiaciones de todos los sensores de todas las estaciones en la misma gráfica, unir todas las temperaturas en la misma gráfica y unir todos los datos de las células MET en la misma gráfica.

PARÁMETROS CELULA CALIBRADA: Esta pantalla mostrará los parámetros utilizados en la célula calibrada en esta planta. Permitirá modificar los parámetros para cada sensor de radiación.

SISTEMA AUTOMÁTICO SEGUIDOR: Esta pantalla mostrará un diagrama con las zonas de sistema automático. También mostrará las alarmas por viento de los seguidores, el modo de operación y otras zonas diferentes del sistema automático. La posición nocturna se monitorizará y cambiará si es necesario a través de la pantalla.

ESTADO SEGUIDOR: Esta pantalla mostrará la posición y la hora de los seguidores. También tendrá la posibilidad de modificar estos parámetros. Deberá almacenar la posición como posición nocturna, posición de defensa, posición de limpieza y los límites para utilizar la radiación difusa. Todos estos parámetros deben ser configurables a través de esta pantalla.

SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA: Esta pantalla mostrará las variables necesarias para operar con el sistema de control de potencia activa.

MONITORIZACIÓN DE TEMPERATURA: Esta pantalla mostrará los valores de los dispositivos. Cada dispositivo tendrá un acceso directo para poder visualizar todas sus variables.

TOPOLOGIA MT CENTRO DE CONEXIONES: Esta pantalla mostrará el estado de cada relé e interruptor automático. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.

TOPOLOGIA MT CENTROS DE INVERSION-TRANSFORMACIÓN: Esta pantalla mostrará el estado de cada relé e interruptor automático de cada CT y del centro de conexiones. Cada relé tendrá un acceso directo para visualizar todas sus variables.

SUBESTACIÓN: Esta pantalla mostrará el estado/parámetro de cada equipo de la subestación. La energía y la potencia se mostrarán claramente como exportada o importada.

PPC & RTU: Esta pantalla mostrará el estado/parámetro de cada señal del PPC & RTU (Estado, límites de regulación, remoto o local, etc.)

13.2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS INFORMES DEL SCADA

Con el fin de acceder al histórico de la base de datos, se tendrán al menos, los siguientes informes:

- 1 ud Informe de producción
- 1 ud Informe de PR (performance ratio)
- 1 ud Informe de disponibilidad (requiere la instalación de un servidor SQL dedicado)

El servidor dedicado, donde se genera el informe de disponibilidad, y sus especificaciones se seleccionarán dependiendo del número de dispositivos a monitorizar y sus variables. Se instalará en el Centro de Control de la planta fotovoltaica en un armario tipo rack de 19".

Todos los informes mostrarán, en la cabecera, fecha y hora del sistema, fecha y hora del comienzo y final del periodo de tiempo seleccionado. A continuación, se realiza una breve descripción de cada informe.

INFORME DE PRODUCCIÓN: Este informe mostrará la producción de la energía generada de cada contador en el periodo de tiempo seleccionado. Se mostrarán también un sumatorio de los

contadores AC, el valor del contador MT y un cálculo de pérdidas por transformación y transporte en la línea.

INFORME DE PR: Este informe mostrará el PR (Performance Ratio) de cada contador AC para un periodo de tiempo seleccionado, el informe de PR con el sumatorio de contadores AC en cada línea, el informe de PR referido al contador MT y un PR global de la planta referido a la suma de contadores MT.

INFORME DE DISPONIBILIDAD: Este informe mostrará el cálculo de disponibilidad de cada string, inversor y seguidor (si aplica). Este valor calculado se basa en el número de horas que el string, inversor y seguidor (si aplica) están trabajando en un determinado periodo de tiempo.

13.2.5. ALARMAS DEL SCADA / EVENTOS

Los sucesos son procesos ejecutados de forma continua por el SCADA para verificar el cumplimiento de ciertas condiciones programadas, dando lugar a una notificación en el VISOR cada vez que dicha condición se cumpla durante un tiempo determinado quedando dicho suceso registrado en la base de datos. El sistema tendrá al menos las siguientes alarmas:

- Alarmas generadas por los dispositivos de campo.
- Alarmas calculadas (producción cero, string abierto, desviación de los seguidores, alto viento y posición de defensa, fallo de alimentación en estación meteorológica, fallos en sensores de estación meteo comparado con valores medios, Parada de planta, alta temperatura en inversores o transformadores, producción por debajo del valor medio para string e inversor, etc.).
- Alarmas por fallo de comunicación...

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA	Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

13.2.6. VARIABLES DEL SCADA

Existirán algunas variables disponibles para uso interno. Con estas variables los usuarios pueden visualizar, por ejemplo, la suma de valores de potencia instantánea en los contadores de AC, sumatorio de energía... Las variables se definirán por X-Elio y deberán estar disponibles en el menú de selección del dispositivo como el resto de señales.

13.2.6.1. *USUARIOS*

El SCADA permite crear diferentes perfiles de usuario. Cada uso tiene una ID diferente y su propia contraseña. Los perfiles de usuario permiten dar o denegar acceso a uno o todos los recursos disponibles. Los recursos gestionables son:

- Dispositivos de campo
- Cálculo de variables
- Pantallas de SCADA
- Informes de SCADA
- Sucesos/Alarmas

13.2.6.2. *INTERFACE DE USUARIO*

Los usuarios pueden acceder al sistema a través de un navegador web estándar y su interface se basará en Java y HTML5.

13.2.6.3. *EXPORTACIÓN DE DATOS*

Los datos de los informes de dispositivos y alarmas estarán disponibles para ser exportados a Excel.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	---------------	---

13.2.7. SISTEMA SQL

Los sistemas de SCADA están unidos a un sistema de información SQL SERVER. Los datos grabados de los dispositivos de campo, que están almacenados en el SADA, se incorporan también al sistema SQL global de X-Elio.

Cuando se construye una nueva planta, es necesario añadir todos los dispositivos y definirlos en la base de datos SQL. Además, es necesario programar los equipos para la sincronización de los mismos, este proceso es esencial para la descarga correcta de los datos.

Los datos almacenados de la estación meteorológica se incorporan también al sistema SQL global de X-Elio. Esta base de datos se importa desde la base SQL de MeteStation4K (fabricante: Geonica).

Las tareas necesarias para incluir los datos guardados en la planta al sistema de información, serán:

- Registro y configuración de cada dispositivo en la base de datos del SQL SERVER.
- Registro y parametrización del proceso de sincronización de los nuevos dispositivos.
- Registro y ajustes de informes individuales utilizados en cada departamento.

Los suministros necesarios serán:

- Licencia SQL DataExport
- Instalación de licencia de la compañía X-Elio
- Sincronización de los equipos con el SCADA
- Cálculo de la disponibilidad de la planta.

13.2.8. SISTEMA OPC

Para integrar el SCADA local en otro SCADA diferente, será necesario instalar un servidor dedicado en la planta fotovoltaica utilizando un software de OPC específico con su propia licencia.

 VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] 22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
---	---

13.2.9. SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA ACTIVA

Si la planta fotovoltaica tiene sistema de control de potencia activa, el SCADA será capaz de monitorizar este sistema. Para ello se necesitará ModbusTCP o Modbus/RTU.

13.2.10. SISTEMA DE PREVISIÓN DE ENERGÍA

El SCADA será capaz de enviar un correo con la previsión de energía producida (a petición de X-Elio).

13.3. REQUERIMIENTOS DE LOS EQUIPOS DEL SCADA

Para desarrollar el sistema SCADA/SQL es necesario instalar varios dispositivos en la planta cuyos requerimientos se describen a continuación.

Todos los equipos conectados al SCADA se muestran en la pantalla de estado de dispositivos. Esta pantalla deberá mostrar la información relativa a cada equipo: nombre, descripción, dirección IP, puerto, estado y en caso de fallo de comunicación, la fecha de la última conexión con el SCADA.

13.3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS A MONITORIZAR

Todos los equipos de campo a monitorizar deben disponer de protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU como se ha mencionado anteriormente.

Los equipos a monitorizar son:

- Inversor
- Contador AC
- Analizador DC
- Temperatura del equipo
- Seguidores

- Cajas de string
- Estación meteorológica
- Células calibradas
- UPS
- Relé MT
- Interruptor MT
- Contador totalizador
- Contador SSAA
- Subestación
- Contador AT
- PPC&RTU.

Inversor

Descripción: Es el encargado de transformar la energía eléctrica en corriente continua producida por los generadores fotovoltaicos en energía eléctrica en corriente alterna con valores de voltaje y frecuencia adecuados para su consumo.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet)

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Potencia activa AC, potencia reactiva, frecuencia, Potencia DC, Intensidad DC, Intensidad AC, Tensión AC, temperatura, alarmas...*

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

Contador de inversor

Descripción: Es el encargado de medir la energía eléctrica en corriente alterna producida por el inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) y Modbus/RTU (RS485). El contador de AC deberá disponer de ambos protocolos.

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para las otras variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad AC de la línea, Tensión AC de la línea, Potencia activa de la línea, Potencia activa, Potencia reactiva, Potencia aparente, Factor de potencia, Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva...*

Equipo recomendado: Cirwatt B (fabricante: Circutor)

Analizador DC de inversor

Descripción: Es el encargado de medir la energía eléctrica en corriente continua producida por los generadores fotovoltaicos a la entrada del inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad DC, Tensión DC, Potencia DC, Energía DC...*

Equipo recomendado: DH-96 (fabricante: Circutor) + shunt (fabricante: Circutor).

Requisitos de instalación: Es necesario disponer de un punto específico para instalar el shunt. Este equipo debe medir toda la corriente DC a la entrada del inversor. Esa corriente DC fluirá a través del shunt. La precisión mínima del shunt deberá ser 0,15.

Monitorización de Temperatura

Descripción: Este dispositivo medirá, por un lado, la temperatura del relé de protección del transformador del Centro de Inversor-transformador y por otro, la temperatura en el interior del Centro (si aplica).

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Temperatura del transformador y habitáculo, alarmas de temperatura, valor de temperatura que active la ventilación...*

Equipo recomendado: DHB-424 para temperatura ambiente (fabricante: Circutor) TMD para temperatura de transformador (fabricante: ABB).

Seguidores

Descripción: Dirigen los módulos fotovoltaicos hacia el sol. Cambian su orientación a lo largo del día para seguir la posición del sol con el fin de maximizar la captura de energía.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Posición X del eje, posición Y del eje, azimuth, posición teórica del sol, alarmas...*

Los seguidores deberán tener las funciones necesarias para ser controladas por el SCADA local, con el fin de permitir las siguientes tareas:

- Control del viento (los seguidores deberán ser enviados a posición de seguridad por el SCADA local cuando la velocidad del viento sobrepase los valores establecidos por X-Elio más tiempo del pre-establecido).

- Backtracking (los seguidores deberán ser capaces de cambiar la posición establecida durante el amanecer y el atardecer con el fin de maximizar la radiación incidente y el SCADA local/remoto no generará alarmas/sucesos durante este punto).
- Sistema de captación de radiación difusa (el SCADA será capaz de cambiar la posición establecida cuando la radiación difusa sea mayor que la incidente durante más tiempo que el pre-establecido con el fin de incrementar la energía producida).
- Fecha de instalación (segundo, minuto, hora, día, mes y año) por medio del SCADA.
- Posición nocturna, de seguridad y de limpieza (establecidos por pantallas del SCADA).

Equipo recomendado: HIASA

Estación meteorológica

Descripción: Es la encargada de medir y registrar los parámetros meteorológicos de los distintos sensores que tiene conectados.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet), SCADA y Teletrans (Protocolo de Geónica). Deberá tener necesariamente 2 puertos Ethernet, y uno de ellos debe soportar al menos 4 conexiones simultáneas.

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Temperatura ambiente, temperatura de panel, irradiancia, velocidad y dirección del viento, voltaje de la batería, 2 piranómetro, 2 células calibradas...*

Equipo recomendado: MTD-3016 (fabricante: Geonica).

Instalación: la alimentación en alterna se realizará desde la UPS instalada en el centro de inversor-transformador más cercano.

Célula calibrada

Descripción: Mide los parámetros meteorológicos de los sensores instalados.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Temperatura de superficie de panel, temperatura ambiente, irradiancia, velocidad del viento...*

Equipo recomendado: MET-(fabricante: Atersa).

Instalación: la alimentación en DC se realizará desde el cuadro de medida y comunicación que tendrá alimentación por UPS.

UPS

Descripción: Es el encargado de suministrar energía a aquellos equipos que necesitan mantenerse alimentados cuando se produce un corte en el suministro de la red.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Potencia de salida, capacidad de la batería, tiempo de autonomía de la batería, estado...*

Relé MT

Descripción: Controla las protecciones en media tensión de los Centros de Inversor-Transformador.

Protocolo de comunicaciones: Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio:2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Estado del seccionador de puesta a tierra, estado del seccionador de línea, estado del interruptor automático, modo operación local/remoto, alarmas, orden de apertura/cierre del interruptor automático ...*

Equipo recomendado: Sepam (fabricante: Schneider), REF (fabricante: ABB).

Interruptor MT

Descripción: Este equipo opera la conexión de la línea MT en el Centro de Inversión-transformación o Subestación. Se utiliza para ABRIR/CERRAR el circuito de media tensión. Deberá estar motorizado para operar remotamente.

Protocolo de comunicaciones: Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Estado del Interruptor Automático, Modo de operación Local/Remoto, Órdenes de apertura/cierre del interruptor, alarmas...*

Contador MT de línea de conexión

Descripción: Mide la potencia eléctrica generada en AC por toda la planta fotovoltaica.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para el resto de variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva...*

Equipo recomendado: Cirwatt B (fabricante: Circutor)/ Ion (fabricante: Schneider)

Contador de SSAA

Descripción: Mide la potencia eléctrica consumida por toda la planta fotovoltaica.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 15 minutos para la variable de energía, 2 minutos para el resto de variables.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva...*

Equipo recomendado: Cirwatt B (fabricante: Circutor)

Subestación

Descripción: Transforma la potencia generada en media tensión a alta tensión.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva, Alarmas...*

Contador AT

Descripción: Mide la potencia generada en toda la planta en alta tensión.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva...*

Equipo recomendado: Cirwatt B (fabricante: Circutor)/ Ion (fabricante: Schneider)

PPC & RTU

Descripción: Recibe datos y consignas de la compañía eléctrica con el fin de cumplir con el correspondiente código eléctrico y responder ante las órdenes de la compañía muy rápido, a través de la respuesta del inversor.

Protocolo de comunicaciones: ModbusTCP (Ethernet) o Modbus/RTU (RS485).

Periodo de tiempo de registro en la base de datos de X-Elio: 2 minutos.

Variables monitorizadas: Estos equipos deberán incluir al menos las siguientes variables:

- *Intensidad de línea AC, Tensión de línea AC, Potencia activa en la línea, Potencia activa, Potencia Reactiva, Potencia Aparente, Factor de potencia, Energía activa importada, Energía activa exportada, Energía reactiva inductiva, Energía reactiva capacitiva, Orden local y remota, Eventos...*

El equipo será capaz de responder al menos 20 veces por segundo, siendo programado de acuerdo al cumplimiento de las diferentes condiciones del Código Eléctrico local.

Equipo recomendado: Ion 8800 (fabricante: Schneider) + PPC (PLC industrial) + RTU (de acuerdo a la especificación del Código Eléctrico).

13.3.2. DESCRIPCIÓN DEL CUADRO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA EN CT

Se instalará un cuadro de monitorización en cada CT. Estos cuadros contendrán los siguientes equipos:

- Un Switch gestionable Ethernet-fibra óptica. Formará parte del anillo principal gestionando la red y se interconectará con los switches no gestionables dentro del armario de comunicaciones de cada CT y del Centro de Control. También se conectarán a él otros equipos a monitorizar. Fabricantes recomendados: Lantech, Hirschmann y Moxa.
- 1 Switch Ethernet. A él se conectarán algunos equipos a monitorizar.
- Cassettes de FO: el primero y el segundo tendrán la función de interconectar los diferentes CT, cada uno con el anterior y el siguiente para la conexión del anillo de fibra óptica.
- [4...7] Conversores TCP2RS+ o TCP1RS+RS485/Ethernet (fabricante recomendado: Circutor).
- 1 Contador Cirwatt B clase 0,5 (fabricante: Circutor) utilizado para medir los parámetros de corriente en AC para cada línea de inversor.
- 1 Regleter Weidmüller para medida del contador AC.
- 1 Fuente de alimentación 24V/2.5 para alimentación de los equipos en DC.
- 1 Termostato + kit de ventilación para regular la temperatura en el interior del cuadro.
- 1 Interruptor magnetotérmico 2 polos 6A, curva C.
- 1 Interruptor diferencial 25A 30mA.
- [10...15] Bases portafusibles para protección de equipos en el interior del cuadro.

La estación meteorológica se monitorizará a través de dos puertos de comunicaciones Ethernet ModbusTCP, y se conectará al switch instalado en el cuadro de monitorización más cercano.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12/2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

El tendido de cable de comunicaciones deberá estar separado del cable de potencia. Es necesario evitar problemas de comunicaciones.

13.3.3. SERVIDOR LOCAL EN PLANTA

El servidor instalado en el centro de control se utilizará para la aplicación del SCADA local. El servidor debe contener, al menos:

- Procesador Intel Xeon e5-2603v3 6 Core, caché 15MB, 1.60 GHz.
- 16 GB RAM DDR3 1333MHz.
- 2 HDD SATA – 1 Terabyte
- Tower to Rack Conversion Kit.
- Windows server 2012 Standard ROK. English.
- Pantalla led 21”.
- License top value insight control.
- Hard disk 1 Terabyte SATA 7200rpm (repuesto)
- 8 GB RAM DDR3 1333MHz (repuesto)
- Sistema backup: HP RDX Removable disk backup system + 2x (1TB) disk cartridge.

13.3.4. PV PLANT WORSTATION

La workstation que se instalará en el centro de control, será utilizará por el equipo de mantenimiento de la planta para visualizar y operar el SCADA. La workstation deberá disponer de, al menos:

- HP Probook – 15.6” – Core i5 5200U/4GB/500HDD o similar.
- Windows 7 professional 64 bits + windows office 2013 home and business (English)

- Acceso a las herramientas web desarrolladas por X-Elio. Estas herramientas (calendario) deberán ser utilizadas durante la operación y el mantenimiento (O&M).

 COIIRM VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] 22/12 2022 Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA

13.3.5. BACKUP

Con el fin de asegurar la integridad de la base de datos del SCADA local, se instalará un sistema de copia de seguridad compuesto por un software de copias de seguridad y por un soporte físico de las mismas:

- HP copy System external docking station with USB 3.0
- 1 TB HP tape cartridge (x2)
- Fireproof security box.

13.4. CONDICIONES GENERALES

Será necesario cumplir con todos los requisitos para garantizar la operación del sistema SCADA/SQL. Estos requisitos se han descrito en puntos anteriores.

Los requerimientos generales serán:

- Una conexión a internet dedicada utilizada únicamente por el SCADA remoto y el sistema SQL en el Centro de control de X-Elio. Sus características dependerán del número de variables y dispositivos a monitorizar. Se prohíbe el uso de esta conexión para cualquier otro propósito.
- Una conexión a internet dedicada utilizada por el SCADA local, workstation de mantenimiento.
- Un armario rack de 19" instalado en el centro de control de la planta, en un espacio separado y adecuadamente ventilado.
- Un servidor SCADA instalado en el centro de control de la planta. Este servidor deberá cumplir con los requerimientos descritos.
- Un servidor SQL instalado en el centro de control de la planta.
- Un SQL dataExport de Circutor instalado en el centro de control de la planta.
- Un servidor OPC instalado en el centro de control de la planta (si necesario).

- Una UPS que garantice la alimentación de los equipos críticos instalados en el Centro de control de la planta.
- El centro de control deberá estar interconectado con los centros de inversión-transformación mediante un anillo de fibra óptica.
- Se instalará un armario de monitorización y medida en cada centro CI-CT. Este armario tendrá todos los equipos necesarios para garantizar la comunicación con los equipos de campo a monitorizar.
- Todos los equipos de campo que deban ser monitorizados deberán disponer de protocolo de comunicación ModbusTCP o Modbus/RTU.
- Los equipos a monitorizar deberán cumplir con lo especificado en el presente documento.
- El sistema SCADA de la planta deberá cumplir con los requisitos especificados en este documento.
- Se instalará un PPC & RTU exclusivo para el control de la planta de acuerdo con el Código Eléctrico del país (si necesario).

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]
	22/12 2022
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	

 VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---------------	---

14. SISTEMA DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD

14.1. INTRODUCCIÓN

14.1.1. OBJETO

El objeto de este documento es el de establecer las especificaciones técnicas para la definición del suministro, instalación y mantenimiento del “SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL Y RED DE DATOS DE SEGURIDAD la planta fotovoltaica.

Este documento tiene como objeto, por una parte, la justificación y descripción del sistema de seguridad de la planta fotovoltaica, realizándose una descripción analítica de dicho sistema, así como de los subsistemas que lo componen, pasando posteriormente a enumerar los equipos de que estará conformado cada uno de ellos. Por otra parte, se describen las características técnicas de los equipos y dispositivos del Sistema de Seguridad y el modo en que habrán de ser instalados.

En los siguientes capítulos se partirá primeramente desarrollando los distintos subsistemas, así como las especificaciones de la red de fibra óptica necesaria para el Sistema de Seguridad a instalar en la PV objeto también del presente proyecto.

14.1.2. ANTECEDENTES

Las especificaciones descritas en los documentos anexos complementarios son por tanto las que se deben cumplir en la instalación, pruebas y puesta en marcha objeto del presente expediente, así como la documentación de fin de obra a entregar y el servicio de mantenimiento.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA	Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

14.2. CRITERIOS DE DISPOSICIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

En la planta existirá un Centro de Control de Seguridad (CCS) desde el que se atenderán las operaciones de monitorización, parametrización, grabación y emisión de las señales y video. El CCS será, por tanto, el centro neurálgico de todo el Sistema de Seguridad:

- Desde él se monitorizarán y gestionarán los subsistemas de Seguridad.
- Desde el CCS se establecerán todas las comunicaciones al exterior.
- En su interior se alojarán los principales elementos de centralización de señales e integración de subsistemas de seguridad, así como maniobras de iluminación sorpresiva.

Se asume, por tanto, la existencia de dicho Centro de Control donde se realizará la centralización de los subsistemas de Seguridad definidos en este documento.

Para la correcta comprensión del Sistema de Seguridad a instalar, se describen a continuación los distintos subsistemas que lo conforman. Cada uno de ellos desempeña una función concreta y está compuesto por un grupo de dispositivos específicos.

Los subsistemas que conforman el Sistema de Seguridad del presente proyecto son los siguientes:

- Subsistema de Detección de Intrusión.
- Subsistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).
- Subsistema de Control de Accesos.
- Red de Seguridad del PV.
- Subsistema de Centralización.

Se presentan a continuación cada uno de estos subsistemas de forma detallada.

14.2.1. SUBSISTEMA DE INTRUSIÓN

14.2.1.1. *INTRUSIÓN DEL COMPLEJO*

Como elementos pertenecientes al Sistema de Intrusión, se instalarán “támpers anti sabotaje” en cada uno de los armarios de exteriores que irán sujetos a los báculos distribuidos por todo el perímetro, donde irán concentrados los “switches PoE” de la red de Seguridad. En su defecto quedaran dichos armarios cubiertos por las señales de análisis de video de las cámaras solapadas. Para integrar las señales de intrusión de estos dispositivos en el Puesto de Control existente en el CCS, las señales de los támpers se conectarán a un módulo expensor de 8 zonas de entradas / salidas, el cual deberá ser conectado a su vez al switch industrial que se ubique en dicho armario. De este modo, estas señales podrán ser enviadas al CCS.

Estos dispositivos darán señal de alarma ante cualquier intento de sabotaje en cada armario. Se deberá realizar la configuración necesaria en el sistema para que, ante un salto de alarma, se interprete y posicione en pantalla la cámara próxima asociada, con el fin de poder visualizar la zona afectada, así como la imagen del domo asociado a la zona.

Las señales de video que se recogerán en propio CCS, también discriminarán las señales de alarma y intrusión en el perímetro mediante la identificación de las mismas zonas.

14.2.1.2. *CCS*

En el CCS, se instalarán las medidas de Detección de Intrusión descritas a continuación, las cuales se conectarán a una central de intrusión que se dispondrá en la propia Caseta de Vigilancia. Esta caseta dispondrá de un teclado local para su control.

Mediante este sistema, se garantizará conocer en tiempo real en el CCS, cualquier intento de intrusión no autorizado al CSS. Para ello, se deberán integrar las señales procedentes de esta nueva central de intrusión en el Puesto de Control existente en el CCS, donde se recogerán las alarmas producidas y su correspondiente gestión.

La Detección de Intrusión será en el interior de la Caseta de Vigilancia. Se utilizarán detectores volumétricos en el interior de las salas y contactos magnéticos para las puertas de acceso a dicha caseta.

Las siguientes medidas estarán inhabilitadas durante el horario laboral, cambiando su estado a activo durante el horario nocturno (horario en el que no exista personal en la Caseta de Vigilancia): en su defecto se establecerá con el cliente el protocolo de actuación a seguir.

- Medidas de detección de movimiento (detectores volumétricos).
- Contactos magnéticos en los accesos exteriores a la Caseta de Vigilancia.

Como se ha comentado anteriormente, en los planos que se adjuntarán (AS-BUILT) se indicará la localización de estos elementos, así como los elementos de centralización que serán requeridos por los mismos.

14.2.2. SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

14.2.2.1. *FUNCIONES DEL SISTEMA DE CCTV*

Los sistemas de CCTV, pese a que pueden operar de manera aislada, suelen cubrir algunas de las funciones de las requeridas para los Sistemas de Seguridad. De esta manera, el CCTV deberá actuar como subsistema, integrado en mayor o menor medida con otros subsistemas que refuercen y complementen sus funciones, para obtener el nivel de Seguridad requerido en la instalación.

El Sistema de CCTV permitirá satisfacer varias funciones, gracias a componentes específicos y especializados que serán comentados en detalle en los siguientes puntos.

Supervisión remota de instalaciones, por parte del personal de Seguridad. Esta supervisión puede entenderse a su vez como un conjunto de funciones implícitas que se enumeran a continuación:

Supervisión a voluntad o programada, en vivo, de manera activa por parte del personal de Seguridad o gestión del PV. Esta función se realizará sobre imágenes captadas en zonas consideradas críticas, mediante la revisión desde monitores de las imágenes de dichas zonas. El personal de Seguridad atenderá, cuando así lo considere, las imágenes mostradas en los monitores, las cuales podrá modificar a voluntad (cambiando el número/configuración de imágenes o el de las cámaras que las originan).

- Revisión Forense. Cuando la incidencia se descubre en directo, posteriormente, se podrán revisar las imágenes almacenadas en los dispositivos de grabación. Esta revisión se lleva a cabo a voluntad de los operadores del PV y del sistema y del operador de CRA según el protocolo establecido con el cliente.
- Disuasión. La mera presencia de cámaras de televisión será en sí una potencial fuente disuasoria que “protege” la instalación de ciertas amenazas.
- Evidencias policiales y laborales. La evidencia de cualquier robo o acción delictiva que haya sido captada por una cámara y cuya imagen haya sido grabada, podrá emplearse en juicios o como factor convincente en acciones legales.

En definitiva, el Sistema de CCTV propuesto para el presente proyecto deberá permitir:

- Visualizar escenas de una manera remota.
- Visualizar escenas desde uno o más puestos de visualización.
- Almacenar las imágenes de las cámaras para su posterior visionado.
- Visualizar imágenes en tiempo real o a partir de grabaciones o registros.
- Identificar a integrantes de una escena y comprobar incidentes.

Debido a las características propias del emplazamiento, así como a su futuro uso y a las necesidades del Cliente, se instalará un Sistema de Circuito Cerrado de Televisión para cubrir las funciones mencionadas anteriormente, centralizándose dicho Sistema en el Centro de Control de Seguridad del parque, existiendo un puesto de control en este CCS.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA

La siguiente tabla indica a modo de resumen, las funciones principales asignadas a estas medidas de CCTV, así como la dotación tipo que permite llevar a cabo dichas funciones:

FUNCIONES DEL CCTV		
FUNCIÓN	USO DEL EQUIPO	DOTACIÓN TÍPICA
Visualización	Visualizar en tiempo real las imágenes captadas por las cámaras	Monitores de CCTV con cuadrantes.
Gestión/Forense	Gestionar el sistema de CCTV y visualizar tanto en tiempo real como a través de grabaciones, las imágenes captadas por las Cámaras.	PC de Gestión y visualización de CCTV y CRA.
Disuasión	Disuadir a los potenciales agentes de acciones inadecuadas de que materialicen sus intenciones	Carteles disuasorios y propia presencia de las cámaras.
Grabación	Almacenamiento de las imágenes captadas por las cámaras del sistema, para su posterior visionado	Grabadores de CCTV (Servidores).

Tabla 18: Funciones del CCTV.

14.2.2.2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Las medidas a disponer se han diseñado teniendo en consideración los criterios y las necesidades manifestadas, así como la situación de la instalación, dando prioridad a las zonas críticas de estudio (acceso principal y vial principal) así como las previstas de ocupación inmediata (proximidades a la parcela de ubicación del PV y las parcelas colindantes que abarque el sistema de CCTV).

Se dispondrá de cámaras fijas IP Mega píxel y cámaras térmicas IP, ubicadas alrededor de todo el parque. Irán colocadas en báculos alrededor del perímetro, de acuerdo a la ubicación definida en los planos anexos, a una altura mínima de 4,5 metros sobre las mismas. Se ha definido y estudiado la instalación de éstas cada 70 metros máximo de distancia entre ellas entre las cámaras día /noche y mayores distancias en las térmicas hasta 450m, con objeto de tener una supervisión de análisis de video general de todas las zonas del perímetro del PV. Se ubicarán en el mismo sentido de orientación, de forma que una supervise a la siguiente, minimizando ángulo muerto que éstas producen e incluyendo la eliminación del ángulo muerto cubriéndola zona muerta entre cámaras contrapuestas.

14.2.2.3. ZONAS CONSIDERADAS A PROTEGER

Se presentan las zonas consideradas y las cámaras de CCTV que se prevén instalar.

Como documento anexo a la presente memoria, se incluye el plano de ubicación de equipos de CCTV, incluyendo tanto la disposición de cámaras.

Todas las conducciones se realizarán a través de las canalizaciones existentes dedicadas a la red de Seguridad. La alimentación del CCTV se llevará desde el CCS estabilizada por un UPS, a cada cámara instalada.

14.2.2.4. RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO

Deberá realizarse el suministro, tendido y conexionado de la Red de datos de Seguridad, así como la realización de las pruebas específicas para la fibra óptica instalada. Igualmente, se configurará toda la red de Seguridad en base a los requerimientos del proyecto de instalación.

Tanto en el diseño de la arquitectura de la red como en la elección de los equipos que la componen, prima la criticidad del sistema de comunicaciones, así como la escalabilidad de la solución. Por lo tanto, el resultado es una red de comunicaciones fiable y robusta, que dispone de una gran capacidad de procesamiento de datos para la transmisión de la información de la red.

Se instalará en el CCS, un switch de nivel 3 (switches de rango extendido), que se encargarán de gestionar las comunicaciones en la red de Seguridad de todo el parque. Se considerará, por tanto, el suministro, instalación y configuración de los mismos.

Con las consideraciones anteriores a tener en cuenta, se pasa a describir la red de Seguridad del Complejo que deberá realizarse.

El troncal de la red estará definido por una serie de nodos implantados a lo largo de todo el perímetro, donde estarán ubicados los armarios donde irán conectadas las cámaras de seguridad. Estos nodos se distribuirán en el anillo de fibra óptica, los cuales convergerán en el CCS.

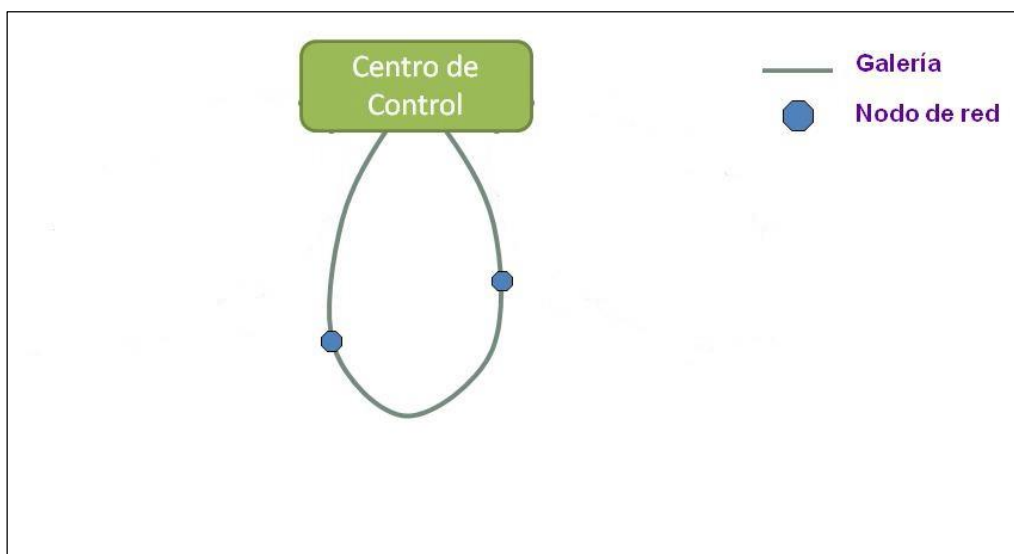


Figura 31: Red de seguridad tipo.

El anillo estará formado por manguera de fibra óptica de al menos 6 pares de fibras Monomodo, tal y como se describe en el capítulo de especificaciones de la instalación. El punto de cierre de estos lazos será el CCS, lugar en el que se conectarán los extremos de los diferentes del anillo a dos switches del mismo fabricante que los dispuestos en los armarios del perímetro, con el fin de disponer de una gran densidad de puertos de fibra y de aprovechar los protocolos específicos de rápida convergencia de red que implementan estos equipos. Estos switches (switches centrales para conexión con anillos), corresponden al primer nivel de switches instalados en el CCS. Cada extremo de cada anillo, se conectará a uno de estos switches, de forma que los lazos queden cerrados por ambos extremos.

La distribución en anillos (lazos) y la implantación de protocolos de routing adecuados, permitirá asegurar la conectividad con los distintos nodos de la red, aunque existan problemas puntuales en un enlace de fibra o en un nodo concreto. Los dispositivos de Seguridad (cámaras, módulo Ethernet de entradas / salidas de alarma y central de intrusión) estarán conectados al nodo más cercano, que será el encargado de encaminar la información recibida hacia el puesto de Control de Seguridad implantado.

Para ofrecer la conectividad a los dispositivos de Seguridad en los nodos distribuidos en el Perímetro, deberán implantarse switches industriales capaces de trabajar en entornos hostiles (polvo, humedad, altas temperaturas, etc.), y con soporte de rango de temperatura extendido (-40°C hasta +80°C).

Además, deberán soportar protocolos de convergencia de red, al menos de nivel 2, para asegurar la conectividad en caso de caída de algún enlace. Estos requisitos son imprescindibles a cumplir para el diseño del proyecto.

Dado que existen múltiples pares por manguera, sería posible realizar, para cada lazo tantas redes físicas independientes como pares de fibras hubiera disponibles por manguera. No obstante, se prevé inicialmente que sólo se conecten a estos switches centrales de interconexión de los anillos, dos pares de fibras de cada manguera, permitiendo crear dos redes físicas independientes por cada lazo, quedando el resto de pares como elementos de reserva. En cada lazo, una de estas redes físicas estaría activa y habría equipos conectados a ella, quedando la otra pendiente de futuras ampliaciones del sistema de Seguridad.

En el siguiente esquema se indica cómo deberán conectarse a los switches de interconexión de los anillos los pares correspondientes a estos lazos. Cabe destacar que se prevé el conexionado de todas las fibras de las mangueras, pese a que sólo se utilizarán dos de las fibras de cada una de ellas, quedando el resto como reserva, pero listos para ser conectados con latiguillos cuando fuera necesario.

A través de las canalizaciones y arquetas existentes, será posible:

- El tendido de manguera de fibra óptica para cada una de las zonas definidas, así como su conexión con el Switch principal de la red de Seguridad.
- Disposición de cocas de fibra óptica, para unir, en un futuro, los lazos con los switches de conexión, en arquetas existentes.
- Instalación y conexión de los armarios con los lazos de fibra, realizándose en su interior el conexionado de fibra y la conexión con los switches a disponer en cada armario.
- El tendido de cableado de alimentación y UTP hasta las cámaras a instalar, desde cada armario de campo específico.

Se asume la existencia de alimentación estable en cada punto donde se vaya a instalar un armario de campo.

Cabe destacar que las tareas de canalización e instalación de arquetas destinadas al Sistema de Seguridad que se han llevado a cabo, son ajenas a este proyecto, y se considerarán ya existentes.

14.2.2.5. SUMINISTRO DE FIBRA ÓPTICA

Se incluye el suministro, tendido, conexionado y realización de pruebas de la fibra óptica.

14.2.2.6. CONEXIONADO DE ARMARIOS Y ELEMENTOS DE SEGURIDAD DE LA RED

Se dispondrán armarios de campo distribuidos a lo largo del perímetro, instalados de acuerdo a las especificaciones de las prescripciones Técnicas, y ubicados según los planos anexos. Cada uno de estos armarios se conectará a la red de seguridad del parque mediante la electrónica de red especificada, y de ellos partirán las alimentaciones a cada cámara. Estos switches serán de uso exclusivo para el Sistema de Seguridad Perimetral a instalar, y se requerirá su instalación en el interior de cada armario y su configuración y conexionado, lo que permitirá la puesta en marcha de cada uno en el anillo activo.

Al switch industrial ubicado en cada armario se conectarán las correspondientes cámaras de la instalación y los módulos Ethernet de entradas / salidas para los támpers de armario y módulos IP de maniobras de iluminación sorpresiva en el caso que el cliente requiera de la misma.

Al Switch del armario CCS, ubicado en la Caseta de Vigilancia, se conectarán otros elementos de Seguridad ubicados en dicha instalación y sus aledaños, básicamente ordenadores de visualización de CCTV y la central de alarmas. Todos los Switches distribuidos en campo se conectarán al Switch de interconexión del anillo del CCS, a través del tendido de fibra dedicado.

14.2.3. SUBSISTEMA DE CENTRALIZACIÓN

El subsistema de Centralización se encargará de transmitir y procesar las señales de los distintos subsistemas, actuando automáticamente según su programación y presentando la información resultante a los operadores cuando esto sea necesario, de manera que estos puedan reaccionar ante las distintas incidencias que puedan presentarse.

El núcleo de este subsistema se ubicará en el CCS, donde se alojarán la mayor parte de los equipos que realizarán la labor de centralización de los subsistemas de Seguridad. La dotación

de este subsistema está compuesta actualmente por equipos de captación de señales y por elementos que actúan como interfaces de los distintos subsistemas.

Para ello, existen tres puestos en el CCS dedicados a las siguientes funciones:

- Puesto de Gestión de Control de Accesos.
- Puesto de Monitorización de CCTV.
- Puesto de Supervisión del Sistema de Seguridad.

14.2.3.1. ACTUACIONES A REALIZAR EN LAS DISTINTAS UBICACIONES DEL COMPLEJO

Se deberán realizar las siguientes actuaciones.

- **En el CCS:** Adicionalmente al equipamiento existente en el CCS indicado anteriormente, se deberán realizar las siguientes actuaciones.
 - Servidor de CCTV, conectado a la red de Seguridad Perimetral y El Puesto de Monitorización de CCTV, formado por un Servidor y dos monitores de 26", pudiéndose configurar y parametrizar la parte del sistema de CCTV.
 - En el Puesto de Supervisión del Sistema de Seguridad existente, deberá realizarse la actualización para integrar las señales de Detección de Intrusión del centro de control, así como las asociadas a cada armario de campo, de forma que ante una alarma en cualquiera de los puntos, se posicione la cámara correspondiente asociada al análisis de video o se posicionen los domos con los presets establecidos.
- **En cada nodo de comunicación de la red de Seguridad:**
 - Las cámaras IP del Sistema de CCTV ya sean de espectro visible y térmicas se conectarán directamente al switch que deberá instalarse en la distribución de armarios de Campo, con lo que no requerirán ningún elemento intermedio de conversión.

Se utilizará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS), el cual no forma parte del alcance del presente proyecto, al que se conectarán los siguientes equipos objeto del presente expediente:

- Switches principales de la red de Seguridad.
- Servidores RW digitales de video, ubicados en el CCS.
- Puesto de Monitorización de CCTV del CCS.

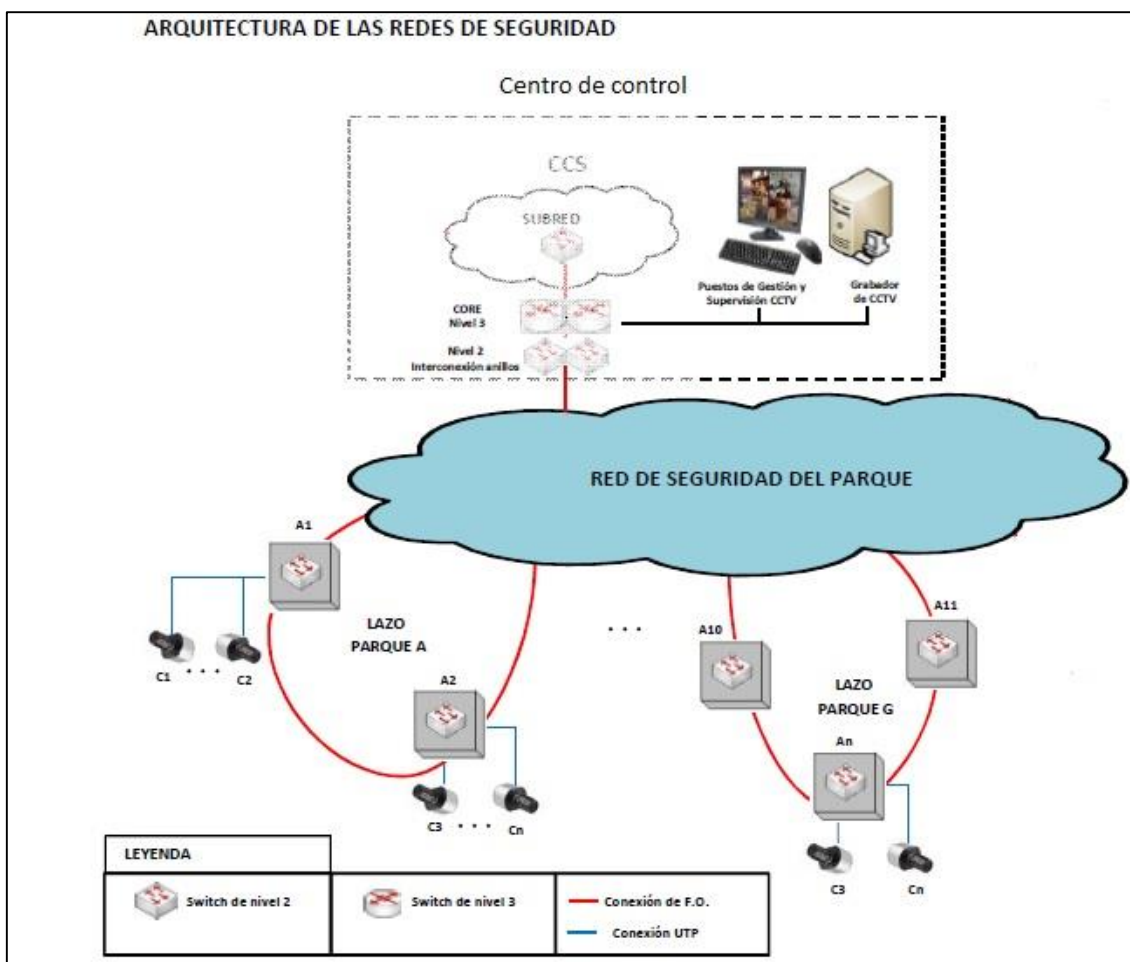


Figura 32: Arquitectura red de seguridad.

14.2.3.2. TRANSMISIÓN DE IMÁGENES

Es necesario que los diversos componentes del sistema de CCTV se comuniquen entre sí, transmitiendo las imágenes entre ellos del siguiente modo:

- Cámaras IP con Grabadores: Las cámaras IP deberán crear un flujo constante de transmisión de las imágenes, con la mayor calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) que se defina para la función que haya de desempeñar la cámara.
- Cámaras IP con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a una cámara IP, ésta transmitirá la misma con una calidad (resolución, imágenes por segundo y nivel de compresión) adecuada a las necesidades de visualización.
- Servidores con Puestos o Monitores de Visualización y/o Gestión: Cuando un puesto o monitor solicite una imagen a un grabador, éste la enviará con la misma calidad con la que haya sido almacenada, aunque habitualmente se transmitirá con la misma calidad que la empleada para almacenar la imagen.

14.2.3.3. ALMACENAMIENTO DE IMÁGENES

Las imágenes transmitidas hasta el servidor en red de CCTV se almacenan sin sufrir compresiones adicionales, en el formato en que fueron transmitidas.

La grabación de las imágenes de las cámaras vendrá determinada por darse una de las siguientes situaciones:

- De manera automática, ante la generación de una incidencia considerada en el sistema como de importancia suficiente para ser grabada.
- De manera manual, cuando el operador que visualice las cámaras ordene al sistema hacerlo a través de un puesto de visualización o de gestión del sistema.
- De manera automática, en caso de que se haya programado el grabador para que almacene imágenes durante un periodo de tiempo determinado y de forma continua.

Como criterio general, se suelen almacenar imágenes de todas las cámaras de un sistema con una tasa de imágenes y una resolución determinada, y que ésta cambie a voluntad de un operador o ante una incidencia. Para este proyecto, se configurará de forma que el equipo de grabación instalado almacene localmente las imágenes de todas las cámaras conectadas a él. El

operador podrá programar situaciones para que se almacenen imágenes durante un período determinado a una tasa mayor, en función de la operativa del Complejo.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	-----------------------------	--

14.2.3.4. VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES

Los puestos de visualización permitirán a los operadores de CRA y Centro de control, visualizar las imágenes captadas por las cámaras, tanto en directo como provenientes de grabaciones.

En este sentido, el sistema de visualización es capaz de realizar las siguientes tareas:

- Disponer de pre-configuraciones para la presentación en pantalla de varias cámaras.
- Posibilidad de asociar ciertas pre-configuraciones y selecciones de cámara con el horario, situación de la instalación u operador de CRA o puesto de control que maneja el sistema.
- Capacidad de solicitar las imágenes a mostrar con la resolución adecuada al número de cámaras a visualizar y al ancho de banda disponible.
- Capacidad de trazabilidad de las actuaciones de los operadores sobre el sistema.

14.3. DOCUMENTACION, PRUEBAS Y FORMACION

14.3.1. DOCUMENTACIÓN

A la entrega de la instalación, y formando parte específica de la misma, se entregará la documentación:

- Manuales operativos de todos los elementos y programas suministrados, en español o inglés en su defecto. Se incluirá una copia para los asistentes a los cursos de formación.
- Manuales técnicos de todos los elementos y programas suministrados, en español o inglés en su defecto.
- Planos y esquemas, “as built”, con indicación de cableados y de los marcajes de los mismos.
- Plan de Pruebas y puesta en marcha propuestas.
- Documentación fotográfica de las arquetas: se entregarán fotografías en formato digital de todas y cada una de las arquetas por las que pasa el tendido del cable.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12 2022
VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM	

Para cada una de las arquetas por las que pasa el cable se deberán tomar las siguientes fotografías

- Fotografía donde se muestre la cara de la arqueta por donde entra el cable.
- Fotografía donde se muestre la cara de la arqueta por donde sale el cable.
- Fotografía del interior de la arqueta para mostrar su ocupación.
- Fotografía panorámica de la arqueta.
- Fotografía del cable, mostrando el marcado de cubierta y la etiqueta que posee.

En las dos primeras fotografías deberá marcarse el conducto en el que se ha instalado el cable, permitiendo su identificación sin ningún tipo de dudas. Para ello se podrá marcar el tubo en la propia fotografía o adjuntar un esquema donde se muestren todos los tubos e identificar el conducto en cuestión.

- Resultados de las pruebas realizadas, tanto del Sistema de Seguridad al completo como de la red de Seguridad del Complejo.
- Certificados, visados y libro-registro de mantenimiento.

14.3.2. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Para la entrega de la instalación se realizarán las pruebas de funcionamiento especificadas en el Plan de Pruebas y Puesta en Marcha.

Se describe a continuación las pruebas a realizar específicas para la Fibra Óptica.

14.3.2.1. *PRUEBAS SOBRE EL CABLE DE FO TENDIDO*

Antes de la entrega de la obra, se llevarán a cabo pruebas de calidad del tendido realizado en todos los tramos y fibras afectados.

Las mediciones se realizarán en el 100% de las secciones afectadas por el tendido. Al final de las mismas, serán entregadas, en papel y en formato digital, tal y como se especifica en el apartado relativo a documentación a entregar asociada a la instalación.

Las pruebas que se deberán realizar para la validación y aceptación de los trabajos de instalación del cable de fibra óptica, serán de diversos tipos:

- Visuales.
- Mediciones de atenuación:
- De potencia óptica.
- Reflectométricas.

Medidas de potencia óptica

Las medidas de atenuación se realizarán en un solo sentido. Para las fibras monomodo estándar (ITU-T G.652).

Se medirá la diferencia de niveles a la entrada y a la salida de la fibra bajo prueba, para lo cual se utilizará una fuente y un medidor de potencia óptica.

Para realizar las medidas de potencia óptica deberá ser tenido en cuenta lo siguiente:

- El emisor deberá ser de gran estabilidad y el receptor deberá presentar respuesta lineal.
- Las variaciones sufridas en el acoplo del emisor a la fibra óptica deberán ser mínimas ante variaciones del nivel de potencia, longitud de onda y temperatura.
- Se deberá tener especial cuidado en no ensuciar ninguno de los componentes con los que se realice la medida.

Metodología de trabajo

Los equipos de medida utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir.

Inicialmente, se medirá la potencia óptica a la salida de la fuente de luz, utilizando los latiguillos y transiciones de acoplo a la fibra que se utilizarán en la medida.

A continuación, sin soltar las conexiones de los latiguillos a los equipos de medida, se realizarán las mediciones del tramo de fibra requerido, obteniendo un valor PI (dBm).

El valor de la atenuación total en el tramo se calculará mediante la expresión:

$$A \text{ (dB)} = P_0 - P_I,$$

Para verificar que no se ha producido ningún error en la medida, al final del proceso se volverá a medir la potencia de la fuente óptica P0 (dBm), comprobando que el resultado no varía en más de 0,3 dB del obtenido al principio.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	----------------------	--

Valores de aceptación

El valor de atenuación obtenido deberá ser menor al calculado mediante la siguiente fórmula:

$$A = L \cdot \alpha T + N_e \cdot \alpha E + N_c \cdot \alpha C$$

- **A:** Atenuación máxima de la sección (dB).
- **L:** Longitud de la fibra (Km).
- **αT :** Atenuación máxima por Kilómetro de la fibra (dB/Km).
- **N_e :** Numero de empalmes en el tramo medido.
- **αE :** Atenuación media máxima por empalme permitida (0,10 dB). Número de conectores.
- **N_c :** Número de conectores.
- **αC :** Atenuación máxima por conjunto conector pigtail permitida (0,60 dB).

Medidas de Reflectometría

Estas medidas permitirán evaluar la continuidad de la fibra, detectar defectos y medir empalmes. Serán medidas de retroesparcimiento realizadas con reflectómetros ópticos (OTDR), trabajando en diferentes longitudes de onda en función del tipo de fibra:

- Fibra monomodo estándar (ITU-T G. 652): las medidas se realizarán a 1.310 nm y 1.550 nm.
- Las medidas reflectométricas deberán realizarse obligatoriamente en ambos sentidos, obteniéndose las atenuaciones correspondientes como la semisuma algebraica de los valores medidos en los dos sentidos de la transmisión.
- Entre el OTDR y la fibra bajo prueba se deberá instalar una bobina de lanzamiento de una longitud no inferior a 800 metros. Los OTDR utilizados deberán ser los adecuados a los tramos de fibra a medir.
- La anchura del pulso empleado en cada tramo deberá el menor posible para aumentar la resolución en distancia, pero debiendo garantizarse al mismo tiempo una relación señal a ruido (SNR) adecuada en el extremo opuesto de la fibra bajo prueba. Se valorará que se utilicen diferentes longitudes del pulso (pulsos cortos para caracterizar las zonas más cercanas a la fibra y pulsos de mayor longitud para las más alejadas).

- Deberá realizarse un promediado de un número suficiente de pulsos de modo que la traza obtenida sea de buena calidad.
- En la documentación proporcionada por el adjudicatario deberá indicarse la anchura del pulso utilizada en cada medición, así como el índice de refracción de la fibra considerado.

Medición de la atenuación del tramo

Normalmente no será posible la realización de la medida de la atenuación en el total del tramo medido.

Se deberá dar el valor de la atenuación kilométrica entre los puntos más alejados que presenten un comportamiento lineal dentro del tramo.

Si se dieran varias pendientes a lo largo de cada tramo medido se deberá dejar constancia de este hecho, lo mismo que si se diese la aparición de algún punto singular. Se analizarán las posibles causas de estos puntos singulares.

Comprobaciones visuales

Además de las medidas de atenuación indicadas anteriormente, deberán realizarse las siguientes comprobaciones visuales:

- Verificación de que hay cable instalado.
- Verificación de que el cable se ha tendido por el conducto designado para ello.
- Verificación del correcto etiquetado del cable.
- Verificación de que el radio de curvatura del cable es superior al especificado en todas las arquetas del recorrido.

14.3.2.2. RESULTADO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

Se entregará, en formato papel y electrónico, los resultados de las pruebas realizadas tras el tendido del cable de fibra óptica.

- Tramo en el que se ha realizado la prueba.
- Tipo de cable al que se ha realizado la prueba.
- Fecha de ensayo.
- Tipo de medida realizada (potencia óptica o reflectométrica).
- Marca, modelo y número de serie del equipamiento utilizado para la prueba.
- Anchura del pulso e índice de refracción empleados en la medida (únicamente para mediciones reflectométricas).
- Resultados obtenidos. En el caso de medidas reflectométricas se deberá recoger el gráfico de la traza medida, así como una tabla con los eventos detectados.

14.3.3. FORMACIÓN

A la entrega de la instalación, y formando parte de la misma, se realizará un curso de operación para el personal de Vigilancia y Mantenimiento que la propiedad designe (Tas Seguridad) para la correcta gestión y uso del Sistema

El objetivo de este curso permitirá al operador realizar las siguientes acciones:

- Manejo interactivo de la aplicación según el nivel de permisos del operador (desde usuario hasta administrador).
- Interpretación y manejo de los ficheros generados.
- Ejecución (conexión/desconexión de alarmas, posicionamiento de cámaras, altas de usuarios...) de las aplicaciones del sistema.

El curso constará de distintos contenidos, siendo los principales:

- Presentación.
- Accesos y funcionamiento del sistema.
- Arquitectura general y funcionamiento de cada subsistema.
- Manejo de la aplicación.

 COIIRM VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN20] 22/12 2022 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--

14.4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

Los dispositivos y equipos a disponer deberán tener unas características mínimas que a continuación se describen. Adicionalmente, se indican unos requisitos de instalación de estos elementos, que habrán de respetarse para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos previstos.

Los equipos que se describen reciben la misma denominación en este capítulo que la que se emplea en los planos y en las mediciones utilizadas en este documento.

14.4.1. SUBSISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN

14.4.1.1. *DETECTORES VOLUMÉTRICOS*

- Serán detectores volumétricos de doble tecnología (infrarrojos pasivos y microondas activos).
- Serán de Grado 2 o superior, según EN50131-2-4.
- Serán de Clase medioambiental II o superior, según EN5013.1
- Tendrán un grado de cobertura adecuado a la zona a supervisar. El alcance teórico del sensor deberá superar en un 20% el máximo alcance requerido para la zona a controlar.
- Dispondrá de supervisión de ángulo 0º.
- Dispondrá de señal de apertura de carcasa (según norma).
- Dispondrá de señal de enmascaramiento de sensor.
- El alcance del microondas podrá ser ajustable.
- Microondas operando en banda X o banda K.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12	Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
		2022	

14.4.1.2. CONTACTOS MAGNÉTICOS

Los contactos magnéticos disponen de las siguientes características:

- Serán contactos magnéticos de empotrar (siempre que sea posible) o de superficie (en el resto).
- Serán contactos magnéticos de Grado 2 ó superior, según EN50131-2-6
- Serán de Clase medioambiental III ó superior, según EN50131
- Dispondrán de Inmunidad magnética (según norma)
- Dispondrán de señal de apertura del sensor (según norma)
- Incluirán de serie las resistencias de fin de línea
- Para los casos de puertas que permitan contactos magnéticos de empotrar:
 - Aceptará separaciones hasta 14 mm
 - Serán equipos de características similares a los ELMDENE ELM-EN3-QFC-GN, o similar
- Para los casos de puertas que no permitan contactos magnéticos de empotrar:
 - Aceptará separaciones hasta 18 mm

14.4.2. SUBSISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

14.4.2.1. CÁMARAS DE TV IP FIJAS DE EXTERIOR MEGAPIXEL

Las cámaras de TV fijas a disponer a lo largo de los viales del perímetro deberán de tener las siguientes características:

- Serán cámaras fijas mínimo IP 1'2MP, de tipo día/noche (color/blanco y negro). Filtro de infrarrojos extraíble automáticamente.
- Sensor de imagen CMOS RGB de barrido progresivo de 1/3"
- Dispondrán de óptica varifocal 5-50mm: visión de 61º-29º, F1.8.
- Excelente calidad de imagen con 2,2MP o HDTV 1080p.
- Compresión H.264 (MPEG-4 PARTE 10/AVC), Motion JPEG.

- Transmisión de vídeo: Múltiples secuencias que pueden configurarse individualmente en H.264 y en Motion JPEG. Velocidad de imagen y ancho de banda controlables VBR/CBR H.264.
- Aceptarán alimentación a través de Ethernet (PoE) o mediante cable de alimentación dedicado de 12 Vdc o 24 Vac, bien sea porque dispongan de una fuente de alimentación junto a la cámara/dentro de la carcasa o porque acepten este tipo de alimentación directamente.

14.4.3. RED DE SEGURIDAD DEL COMPLEJO

14.4.3.1. FIBRA ÓPTICA

La longitud de las mangueras de fibra óptica se hará de acuerdo con el apartado de mediciones del presente Pliego. La selección e instalación de cableado de fibra óptica se hará de acuerdo con la norma EN 50173. Los componentes serán del tipo siguiente:

Tipo

Manguera de 6 pares de fibras Monomodo de diámetro de 9/125 micrómetros, con funda de plástico con hilos de rigidez Kevlar. La fibra debe ser del tipo “10 Gigabit Ethernet singlemode fiber” siguiendo el estándar OS2 cuyas características técnicas son:

- Fibra monomodo de 9/125 nm.
- Ancho de banda hasta 33GHz a 1300/1550 nm
- Atenuación típica de 0,4dB/Km. a 1310/1550 nm.
- Velocidad de 10 Gbps en distancias de 10 kilómetros.
- Núcleo: 9 micras

Dadas las condiciones de instalación, el empaquetamiento de las fibras y la cubierta del cable deben ser tales que éste sea hidrófugo y resistente al ataque de roedores, debiendo estar armado con camisa de fibra de vidrio, así como de baja emisión de humo y libres de halógenos (LSZH).

Instalación

La metodología de tendido (soplado, arrastre a motor, tendido manual, etc, con la obligación del cumplimiento de las pautas técnicas establecidas por el fabricante del cable para su instalación (esfuerzos de tracción, radios de curvatura mínimos,).

En el tendido se utilizará uno de los tres tubos, disponible para la Red de Seguridad del Parque, quedando los otros dos reservados para futuras ampliaciones de servicios.

Cada fibra deberá ser etiquetada en ambos extremos. La manguera de 6 pares de fibra se etiquetará en los registros más próximos a las salas de cableado. Además, las cocas de las distintas mangueras de fibra óptica estarán también etiquetadas en cada arqueta.

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA

15. VIDA ÚTIL DE LA CSF

Por norma general, un sistema fotovoltaico puede producir energía durante más de 25 años de vida. Así lo demuestran varios estudios, entre otros el *National Renewable Laboratory* que llevó a cabo más de 2.000 sistemas instalados en diferentes países del mundo en las últimas décadas.

Aunque se considera que las plantas fotovoltaicas tienen una duración de unos 25 años de vida útil, se dan casos en los que la duración es bastante más larga. De hecho, se han dado casos de plantas han operado durante más de 40 años.

Normalmente los paneles fotovoltaicos tienen una garantía ofrecida por los instaladores de unos 10 años para piezas mecánicas y de 25 años en cuanto a rendimiento. Diferentes estudios revelan que existe una degradación del rendimiento, lo que se reduce en un 10% tras 10 años y de un 20% después de 25 años.

Aproximadamente se reduce en torno a un 0,8% por año aunque gracias a las últimas investigaciones tecnológicas en este capo esa media se irá reduciendo poco a poco, lo que hará que esta clase de dispositivos tengan una vida operativa cada vez más duradera y pueda aprovechar al máximo todo su potencial.

La implantación de nuevos materiales y técnicas hace que esta clase de dispositivos cuente cada vez con mayor duración, lo que sumando al descenso de los precios de los paneles fotovoltaicos está dando lugar a un aumento exponencial en su utilización desde una perspectiva no solo industrial sino también a nivel residencial.

Al final de la vida útil de la CSF se procederá a su desmantelamiento, actividad que lleva asociados ciertos movimientos de tierras. Dichos movimientos de tierras serán los mínimos imprescindibles para recuperar el estado original del suelo ocupado.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ Habilitación Profesional	22/12 2022
	VISADO : MU2204395 MURCIA Validation colirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O] COIIRM

16. PANTALLA VISUAL

A fin de integrar la instalación en el entorno y, especialmente, en disminuir su afección visual desde las carreteras contiguas, se realizarán pantallas vegetales perimetrales con especies arbustivas, preferentemente autóctonas y adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. La pantalla se dispondrá en la zona norte, en la carretera autonómica RM-C20 y en la carretera de Pliego a Manzanete.

Con respecto a las especies a utilizar, se prefieren los de follaje denso, que alcancen alturas superiores a la de los posibles espectadores.

Se realizarán los riegos de instalación y mantenimiento necesarios durante la vida útil de la instalación, para asegurar el buen desarrollo de la pantalla. Se repondrán todas las marras que se produzcan.

La ejecución de los trabajos será durante el mismo año natural en el que comiencen las obras, teniendo en cuenta la necesaria estacionalidad de la plantación (septiembre a diciembre).

 COIIRM	VISADO : MU2204395 MURCIA Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]	22/12 2022	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA Habilitación Profesional Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ
--	---	-----------------------------	--

La pantalla vegetal consistirá en:

- Árboles Ceratonia Siliqua
- Arbusto Lentisco (*Pistacia lentiscus*)
- Arbusto Chamaerops Humilis
- Arbusto Retama (*Retama sphaerocarpa*)

La altura prevista será de 2 metros con una plantación al azar y una distancia entre arbustos de 1 metro.

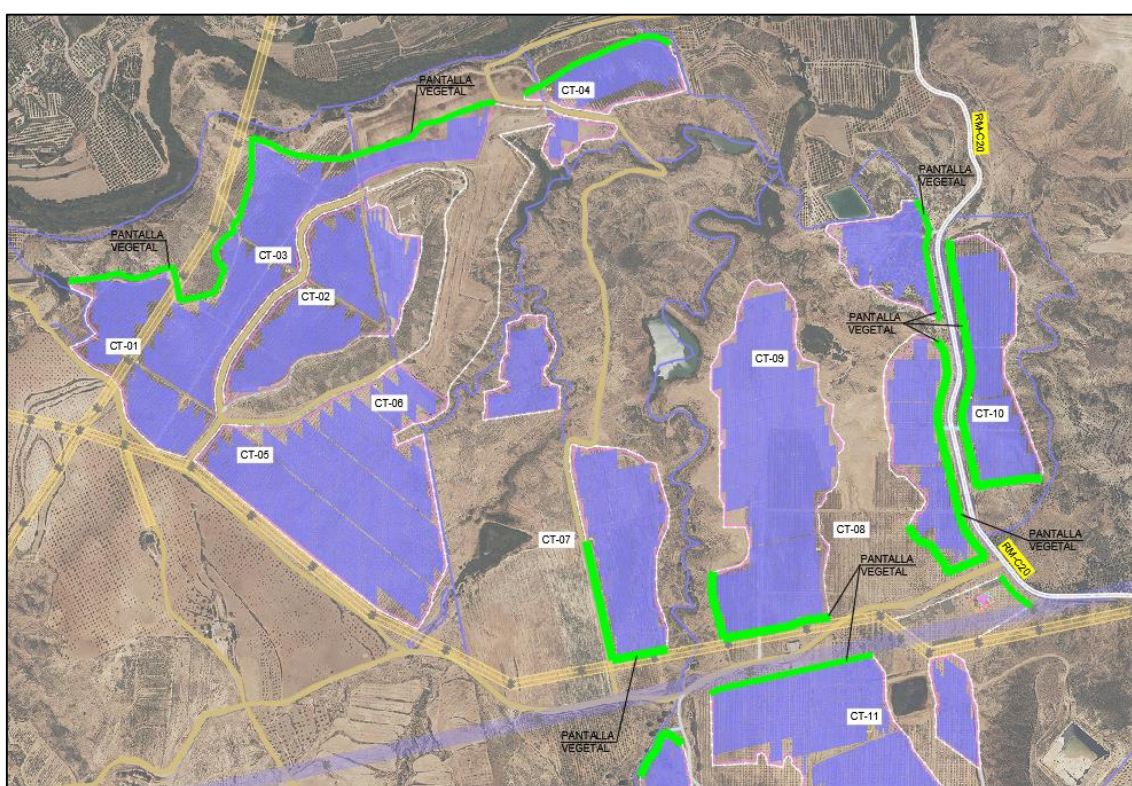


Figura 33: Pantalla vegetal propuesta.

17. CONCLUSIÓN

Por todo lo que se expone en el presente documento, estimamos que quedan suficientemente expuestas las actuaciones a realizar en la construcción de la Central Solar Fotovoltaica.

Se solicita, que se proceda con el trámite con el fin de la obtención de las autorizaciones pertinentes previas a la construcción de la instalación.

No obstante, el técnico redactor de este documento queda a disposición para cuantas dudas y aclaraciones estimen oportunas, y previo a los trámites necesarios de obtener el permiso de actividad descrita.

Murcia, diciembre de 2.022



El ingeniero Industrial:

D. Javier Castellote Martínez

Colegiado nº 591

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA REGIÓN DE MURCIA
Habilitación Profesional
Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ

22/12/2022

VISADO : MU2204395
MURCIA
Validación coiirm.e-gestion.es [FVYJKRZ0XLB7JN2O]



COIIRM

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE
LA REGIÓN DE MURCIA



VISADO MU2204395

Electrónico Trabajo nº: MU2205304

Autores

Col. nº 000591 JAVIER CASTELLOTE MARTINEZ



Puede consultar la validez de este documento en la
página coiiregionmurcia.e-gestion.es, mediante el CSV:

FVYJKRZ0XLB7JN2O

22/12/2022

<https://coiiregionmurcia.e-gestion.es/Ventana/ValidarCSV.aspx?CSV=FVYJKRZ0XLB7JN2O>