

PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS PEI-PFOT-191 PSFV ABARLOAR SOLAR Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA Y LÍNEA ASOCIADA.

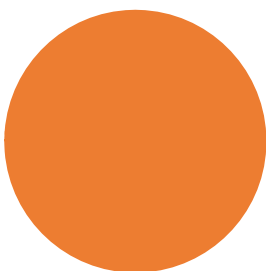
VERSIÓN INICIAL DEL PLAN: DOCUMENTO PARA APROBACIÓN INICIAL

BLOQUE III. DOCUMENTACIÓN NORMATIVA

ANEXO I. PROYECTOS TÉCNICOS DE LA INFRAESTRUCTURA (Extracto)

TÉRMINOS MUNICIPALES DE PEZUELA DE LAS TORRES Y CORPA

COMUNIDAD DE MADRID



ABRIL 2022

RH ESTUDIO

ANEXO I. PROYECTOS TÉCNICOS DE LA INFRAESTRUCTURA (Extracto)

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA
FV ABARLOAR SOLAR
87,50 MWp / 73,98 MWn
LOE4-ABA-IGI-PTA-1000-R3**

Para:

**Dirección General de Política Energética y Minas
Secretaría de Estado de Energía
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**

**Promotor: Abarloar Solar S.L. CIF: B-88206727
Dirección: Calle de la Ribera del Loira, 46, Piso 2
28016 Madrid**

**Emplazamiento: T.M. Pezuela de las Torres y Pioz
Madrid - Guadalajara
Comunidad de Madrid - Castilla la Mancha**



**IGNIS DESARROLLO, S.L.
CIF B-87973327
C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºdc
28016 Madrid**

**El Ingeniero Técnico Industrial
D. Luis Miguel Espinosa Fernández - 52983953A
Colegiado N.º 26330
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM)**

**ESPINOSA
FERNANDEZ
LUIS MIGUEL**
Firmado digitalmente
por ESPINOSA
FERNANDEZ LUIS
MIGUEL - 52983953A
Fecha: 2021.03.27
08:39:42 +01'00'

Madrid, marzo de 2021



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLCJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado n.º
0026330

VISADO

ÍNDICE

DOCUMENTO 01. MEMORIA DESCRIPTIVA

- ANEXO I. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- ANEXO II. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN (PVSyst)
- ANEXO III. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEXO IV. FICHAS TÉCNICAS

DOCUMENTO 02. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO 03. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 04. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 05. PLANOS



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA FV ABARLOAR SOLAR
87,50 MWp / 73,98 MWn
TT.MM. PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ
(MADRID – COMUNIDAD DE MADRID)
(GUADALAJARA – CASTILLA-LA MANCHA)



DOCUMENTO 01

-

MEMORIA

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES	6
2 OBJETO Y ALCANCE	7
3 PROMOTOR	8
4 AUTOR DEL PROYECTO	9
4.1 COMPETENCIA PROFESIONAL DEL AUTOR.....	9
4.2 RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO	9
4.3 PROTECCIÓN DE DATOS Y PROPIEDAD INTELECTUAL.....	9
5 NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS	10
5.1 DIRECTIVAS COMUNITARIAS.....	10
5.2 REGLAMENTACIÓN ELÉCTRICA Y FOTOVOLTAICA	10
5.3 LEGISLACIÓN MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO	19
5.4 LEGISLACIÓN OBRA CIVIL.....	21
5.5 LEGISLACIÓN INDUSTRIAL.....	22
5.6 LEGISLACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE APLICABLE	22
5.7 OTRAS NORMAS/INFORMES.....	23
6 EMPLAZAMIENTO	24
6.1 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN	24
6.2 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DEL EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN...	25
6.2.1 COORDENADAS DE LOS ACCESOS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	25
6.2.2 COORDENADAS DEL VALLADO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	25
6.2.3 COORDENADAS DE LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN 30 kV INTERIORES	29
6.3 CARACTERÍSTICAS DEL SITIO	30
7 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA).....	31
7.1 RBDA: PLANTA FOTOVOLTAICA	31
7.2 ORGANISMOS AFECTADOS	32
7.3 LISTADO SEPARATAS	32
8 FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN.....	33
8.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	33
8.2 DESCRIPCIÓN URBANÍSTICA.....	33
8.2.1 SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	34



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEGDNOD9
00563366
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº

VISADO

8.3	JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN PROPUESTA	35
8.4	CONCLUSIONES	35
9	RECURSOS AMBIENTALES	37
9.1	BALANCE DE CARBONO	37
10	ANÁLISIS AMBIENTAL.....	39
10.1	RECURSOS UTILIZADOS	39
10.2	MEDIDAS DE AHORRO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS CONSUMIDOS	39
10.3	RESIDUOS GENERADOS	39
10.4	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	40
10.4.1	RESIDUOS PELIGROSOS	40
10.4.2	RESIDUOS SÓLIDOS	41
10.5	LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN	42
11	INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN Y CONEXIÓN A RED	43
12	CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	44
13	DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	45
13.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	45
13.2	GENERADOR FOTOVOLTAICO	48
13.3	MÓDULO FOTOVOLTAICO	49
13.4	ESTRUCTURA SOPORTE. SEGUIDOR SOLAR	50
13.5	INVERSOR	52
13.6	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN o POWER BLOCK	55
13.6.1	TRANSFORMADOR BT/AT	56
13.6.2	TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES	57
13.6.3	CELDA DE ALTA TENSIÓN	57
13.7	EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	59
13.8	SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA	59
13.8.1	SERVICIOS AUXILIARES	59
13.8.2	SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA.....	60
13.8.3	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	60
13.8.4	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	62
13.8.5	ILUMINACIÓN.....	63
13.9	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	63
13.9.1	CABLEADO DE BAJA TENSIÓN	64
13.9.2	CABLEADO DE ALTA TENSIÓN	66


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento
 FVHLCJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 00033306
VISADO


01. MEMORIA

13.9.3	CABLEADO DE COMUNICACIÓN.....	66
13.9.4	CABLEADO DE TIERRA	66
13.9.5	CUADROS ELÉCTRICOS	67
13.10	PUESTA A TIERRA	70
13.11	SISTEMA DE PARARRAYOS	71
13.12	SEGURIDAD.....	72
14	DESCRIPCIÓN DE LAS LINEAS DE ALTA TENSIÓN 30 kV.....	74
14.1	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES COMUNES.....	74
14.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	74
14.3	LÍNEAS ALTA TENSIÓN 30 kV INTERIORES	76
15	OBRA CIVIL	77
15.1	MOVIMIENTO DE TIERRA	77
15.2	ACCESOS Y CAMINOS	77
15.3	CANALIZACIONES	78
15.3.1	CANALIZACIONES AT	78
15.3.2	CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTO Y PARALELISMO	84
15.3.3	CANALIZACIONES BT	89
15.4	ARQUETAS	93
15.5	CIMENTACIONES.....	93
15.6	VALLADO PERIMETRAL.....	94
15.7	SISTEMA DE DRENAJE.....	94
15.8	EDIFICIOS O&M.....	95
15.8.1	EDIFICIO DE CONTROL.....	95
15.8.2	ALMACÉN	95
16	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	96
17	OTROS ESTUDIOS DE APLICACIÓN	98
18	CONCLUSIONES.....	99


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0076336
VISADO

CONTROL DE CAMBIOS

Revisión	Observaciones	Fecha
1	Versión inicial	17/07/2020
2	Actualización por comentarios	05/08/2020
3	Actualización por requerimientos	25/03/2021



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

1 ANTECEDENTES

Abarloar Solar S.L, con C.I.F. B-88206727, es una sociedad cuyo objeto es el diseño, tramitación, construcción, puesta en marcha y explotación de proyectos de energías renovables.

Abarloar Solar S.L. proyecta promocionar la Planta Fotovoltaica Abarloar Solar, de 87,50 MWp y 73,98 MWn, en los términos municipales de Pezuela de las Torres y Pioz, en las provincias de Madrid y Guadalajara respectivamente.

Este proyecto desarrollado por Abarloar Solar S.L. quiere llevarse a cabo en Madrid y Guadalajara con el objeto de mejorar el aprovechamiento de los recursos solares de esta región, utilizando las más recientes tecnologías desarrolladas en este tipo de instalaciones, desde el criterio de máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

La Planta Fotovoltaica Abarloar Solar quiere contribuir a aumentar la importancia de las energías renovables en la planificación energética de la Comunidad Autónoma de Madrid y Castilla-La Mancha, de España, teniendo en cuenta todas las directivas y objetivos que se han establecido para satisfacer un porcentaje de la demanda de energía primaria convencional mediante energías renovables.

La evacuación de energía de la planta se realizará a través de una posición de la Subestación existente de la red de transporte "SET LOECHES 400 kV", en base al permiso de acceso y conexión al concedido con IVA de referencia: DDS.DAR.19_5129. El interlocutor único de nudo (IUN) con Red Eléctrica de España (REE) es "Montería Solar, S. L.".

Los promotores con permiso de acceso al nudo llegaron a un acuerdo de tramitación y construcción de una subestación anexa a la "SET Loeches 400 kV", denominada "SET Nimbo 400/220/30 kV", cuya configuración básica contempla el diseño y ejecución de un transformador 400/220/30 kV que recibirá los diferentes circuitos de las doce plantas fotovoltaicas. Previa a esta subestación igualmente se tramitará y construirá una subestación denominada "SET Piñón 220/30 kV", cuya configuración básica contempla el diseño y ejecución de dos transformadores 220/30 kV que recibirán los diferentes circuitos de cinco plantas fotovoltaicas y finalmente se construirá una subestación denominada "SET Abarloar 220/30 kV" cuya configuración básica contempla el diseño y ejecución de un transformador 220/30 kV".

La planta solar fotovoltaica de conexión a red proyectada se enmarca dentro del ámbito de aplicación del **RD 413/2014** para la regulación del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Las instalaciones de este tipo, que únicamente utilizan la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica se clasifican como Grupo b.1 Subgrupo b.1.1. De acuerdo a este Real Decreto, la potencia instalada para instalaciones fotovoltaicas será la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medida en condiciones estándar.



2 OBJETO Y ALCANCE

El presente proyecto se redacta con objeto de describir y calcular las instalaciones de la Planta Fotovoltaica Abarloar Solar (en adelante “la planta”), con una potencia pico de 87,50 MWp y una potencia nominal de 73,98 MWn, así como describir las instalaciones de evacuación hasta el embarrado correspondiente de 30 kV ubicado en la subestación denominada “SET Abarloar 220/30 kV”, la cual a su vez conecta con la “SET Piñón 220/30 kV” mediante una línea aérea de alta tensión de 220 kV. Posteriormente conecta con la “SET Nimbo 400/220/30 kV” mediante una línea aérea de alta tensión de 220 kV para finalmente conectar con la “SET Loeches 400 kV” propiedad de Red Eléctrica de España (REE) mediante una línea de alta tensión de 400 kV, para la obtención de:

- Autorización Administrativa Previa y de Construcción.
- Declaración de Impacto Ambiental
- Declaración de Utilidad Pública.
- Licencia de obras del Ayuntamiento.

Los terrenos donde se situará la planta fotovoltaica no son propiedad de Abarloar Solar S.L., por lo que se ejercerá el derecho a uso del suelo mediante un contrato de alquiler suscrito con los propietarios.

Este proyecto contempla la descripción y cálculo del sistema eléctrico de la planta fotovoltaica junto con los servicios auxiliares requeridos para su normal funcionamiento y las líneas eléctricas de evacuación 30 kV, así como la obra civil requerida.

Queda explícitamente fuera del alcance del presente proyecto la definición o cálculo de las infraestructuras de la subestación común a otros promotores, así como la línea de alta tensión de 400 kV para la conexión con la subestación de Red Eléctrica de España, las cuales serán objeto del proyecto de infraestructuras comunes de evacuación, compartido por todos los promotores cuyas instalaciones evacúan en el mismo nudo, y que se desarrollarán aparte del presente proyecto.


**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº
0026349

VISADO

3 PROMOTOR

Abarloar Solar S.L. (en adelante “el Promotor”) es una compañía dedicada a la promoción, construcción, operación, mantenimiento y explotación de centrales generadoras de electricidad a través de energía solar. Es una empresa comprometida con el medio ambiente, y firmemente interesada en dar apoyo a la red a través de las energías renovables.

Los principales datos del promotor del proyecto son los siguientes:

Nombre	Abarloar Solar S.L.
NIF	B-88206727
Domicilio Social	C/ de la Ribera del Loira, 46, Piso 2, 28042 Madrid
Persona de contacto	Antonio Arturo Sieira Mucientes
Dirección	C/Cardenal Marcelo Spínola 4, 1ºD 28016 Madrid
Teléfono	910059775
e-mail	antonio.sieira@ignisenergeia.es

Tabla 1. Datos del promotor del proyecto.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

4 AUTOR DEL PROYECTO

El autor del presente proyecto técnico administrativo es D. Luis Miguel Espinosa Fernández, Ingeniero Técnico Industrial especialidad en Electricidad, colegiado número **26330** del **Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid** (COGITIM).

4.1 COMPETENCIA PROFESIONAL DEL AUTOR

El autor del presente proyecto posee la titulación de Ingeniero Técnico Industrial especialidad en Electricidad, que habilita para la realización, entre otros, de fabricación y ensayo de máquinas eléctricas, centrales eléctricas, líneas de transporte y redes de distribución, dispositivos de automatismo, mando, regulación y control electromagnético y electrónico, para sus aplicaciones industriales, así como los montajes, instalaciones y utilización respectivos, según las disposiciones legales vigentes.

4.2 RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO

El ingeniero que suscribe el presente documento no se hace responsable de la ejecución de las actuaciones proyectadas en tanto no se le notifique personalmente por escrito o por otro medio jurídicamente válido de su comienzo.

El ingeniero que suscribe el presente documento no se hace responsable de cualquier modificación que del presente proyecto acometa cualquier otra persona. Todo cambio que se pretenda en el proyecto original será obligatoriamente consultado con el ingeniero redactor, quien dará su plácet por escrito.

Las modificaciones que se realicen durante la ejecución de las actuaciones previstas en el presente proyecto deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, debiendo existir comunicación de las mismas por cualquier medio jurídicamente válido, y siendo dichas modificaciones responsabilidad del Ingeniero-Director.

4.3 PROTECCIÓN DE DATOS Y PROPIEDAD INTELECTUAL

En virtud de la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/1999 y del Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia, publicada en el BOE de 22 de abril de 1996;

Queda totalmente prohibido copiar, reproducir y divulgar, ya sea parcial o totalmente, la información del presente proyecto.

La información contenida en el proyecto sólo se podrá utilizar para la normal tramitación administrativa del proyecto, su uso por el peticionario del mismo y por la empresa adjudicataria del proyecto para la ejecución exclusiva de la obra, una vez autorizada y aprobada por los organismos competentes.


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colegiado nº 0026330
VISADO

5 NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS

Esta memoria técnica ha sido elaborada de acuerdo con la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La relación de normativas es la siguiente:

5.1 DIRECTIVAS COMUNITARIAS

- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Reglamento (UE) 2016/1388 de la Comisión, de 17 de agosto de 2016, por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Reglamento (UE) 2016/631 De la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Corrección de errores del Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red (DO L 112 de 27.4.2016)
- Directiva 2014/35/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 comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) n °548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

5.2 REGLAMENTACIÓN ELÉCTRICA Y FOTOVOLTAICA

- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Resolución 1 de febrero de 2018, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se aprueba el procedimiento de operación 12.2 "Instalaciones conectadas a la red de transporte y equipo generador: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad de los sistemas eléctricos no peninsulares.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 738/2015, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 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 ITCRAT 01 a 23.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 223/2008, 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.
- Resolución de 4 octubre de 2006, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueba el procedimiento de operación 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas (de obligado cumplimiento para las instalaciones fotovoltaicas según el apartado d) del artículo 7, del RD 413/2014.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0866300

VISADO

01. MEMORIA

- Resolución de 11 de febrero de 2005 de la Secretaria General de Energía, por la que se aprueba un conjunto de procedimientos de carácter técnico e instrumental necesarios para realizar la adecuada gestión técnica del sistema eléctrica. Se destaca los procedimientos de operación del sistema PO 12.1 para solicitudes de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte, y el PO 12.2 para instalaciones conectadas a la red de transporte; requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- 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.
- Orden por la que se aprueba la norma tecnológica de la edificación NTE-IEP/1973, de 24 de marzo de 1973, «Instalaciones de electricidad-puesta a tierra».
- P.O. 12.1 Solicitudes de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte.
- P.O. 12.2 Instalaciones conectadas a la red de transporte: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio.
- IEC 61730-1:2019. Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos. Parte 1: Requisitos de construcción.
- IEC 61730-2:2019. Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.
- IEC 61215-1-2:2016. Módulos fotovoltaicos (PV) para uso terrestre.
- IEC 62116:2014. Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimientos de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- IEC 62109-1:2011. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaica. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 62109-2:2013. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.
- IEC 61000. Compatibilidad electromagnética.
- EN 55011:2016/A1:2017. Equipos industriales, científicos y médicos. Características de las perturbaciones radioeléctricas. Límites y métodos de medición.
- IEC 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026339

VISADO

01. MEMORIA

- UNE-EN 60060-1:2012. Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
- UNE-EN 60060-2:2012. Técnicas de ensayos de alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida
- UNE-EN 60060-3:2006. Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60060-3:2006 CORR:2007. Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
- UNE-EN 60071 -1:2006. Coordinación de aislamiento. Definiciones, principios y reglas.
- UNE-EN IEC 60071-2:2018. Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
- UNE-EN 60270:2002. Técnicas de ensayo en Alta Tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60270:2002/A1:2016. Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
- UNE-EN 60865-1:2013. Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- UNE-IEC/TR 60865-2:2006 IN. Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 2: Ejemplos de cálculo.
- UNE-EN 60909-0:2016. Corrientes de Cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.
- UNE-EN 60909-3:2011. Corrientes de Cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.
- UNE-HD 60364-5-52. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 21144-1-1:2012. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades.
- UNE 21144-1-1:2012/1M:2015. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades.
- UNE 21144-1-2:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.
- UNE 21144-1-3:2003. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ
0066330 Colegiado nº

VISADO

01. MEMORIA

- UNE 21144-2-1:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1/1M:2002. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.
- UNE 21144-2-1:1997/2M:2007. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica (IEC 60287-2-1:1994/A2:2006).
- UNE 21144-2-2:1997. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.
- UNE 21144-3-1:2018. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia.
- UNE 21144-3-2:2000. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
- UNE 21144-3-3:2007. Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Cables que cruzan fuentes de calor externas. (IEC 60287-3-3:2007).
- UNE 21192:1992. Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 21192:1992/1M:2009. Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.
- UNE 211003-1:2001. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).
- UNE 211003-1:2001/1M:2009. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) a 3 kV ($U_m = 3,6$ kV).
- UNE 211003-2:2001. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
- UNE 211003-2:2001/1M:2009. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
- UNE 211003-3:2001. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
- UNE 211003-3:2001/1M:2009. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
- UNE 211003-3. Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m = 36$ kV).
- UNE-EN 60228:2005. Conductores de cables aislados
- UNE-EN 60228:2005 ERRATUM:2011. Conductores de cables aislados

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330
VISADO

01. MEMORIA

- UNE-EN 60228:2005 CORR:2005. Conductores de cables aislados
- UNE 211632-1:2017. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo.
- UNE 211632-4A:2017. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3).
- UNE 211632-6A:2017. Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um = 42 kV) hasta 150 kV (Um = 170 kV). Parte 6A: Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3).
- UNE 21021:1983. Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.
- UNE-EN 60027-1:2009. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60027-4:2011. Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Maquinas eléctricas rotativas.
- UNE-EN 60027-7:2011. Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 7: Producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- UNE 207020:2012 IN. Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión
- UNE-EN 60507:2014. Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.
- UNE-EN 60507:2014/AC:2018-09. Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.
- UNE 211435:2011. Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- UNE-EN 62271-1:2019. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-1:2019. Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

01. MEMORIA

- UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013. Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-103:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-100:2011. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2017.)
- UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017/AC:2018-03. Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en abril de 2018.)
- UNE-EN 62271-200:2012. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62271-200:2012/AC:2015. Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 60529:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 60529:2018/A1:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 60529:2018/A2:2018. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019-02. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
- UNE-EN 50102:1996. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102 CORR:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1:1999. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60076-1:2013. Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
- UNE-EN 60076-2:2013. Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 006339

VISADO

01. MEMORIA

- UNE-EN 60076-5:2008. Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
- UNE-EN 50588-1:2018. Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 21428-1:2011. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
- UNE 21428-1:2017. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
- UNE 21428-1-1:2017. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 1: Requisitos para transformadores bitensión en alta tensión.
- UNE 21428-1-3:2017. Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite, 50 Hz, de 25 kVA a 3150 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Sección 3: Requisitos para transformadores bitensión en alta tensión y bitensión en baja tensión
- UNE-EN 62271-202:2015. Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE-EN 62271-202:2015/AC:2015. Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- UNE-EN 62271-212:2017. Aparamenta de alta tensión. Parte 212: Conjuntos compactos de equipos para centros de transformación (CEADS).
- UNE-EN 61869-1:2010. Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-1:2010 ERRATUM:2011. Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61869-2:2013. Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
- UNE-EN 61869-3:2012. Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
- UNE-EN 61869-5:2012. Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE-EN 61869-5:2012/AC:2015. Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
- UNE 21087-3:1995. Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.
- UNE-EN 60099-4:2016. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento
 FVHLICJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 002630
VISADO

01. MEMORIA

- UNE-EN IEC 60099-5:2018. Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018.)
- UNE 211605:2013. Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
- UNE-EN 60332-1-2:2005. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60332-1-2:2005/A1:2016. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
- UNE-EN 60332-1-2:2005/A11:2016. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1kW.
- UNE-HD 620-10E:2012/1M:2018. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-1, 10E-3, 10E-4 y 10E-5).
- UNE-HD 620-9E:2012/1M:2017. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-3, 9E-4 y 9E-5)
- UNE 211002:2017. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.
- UNE 21027-9:2017. Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.
- UNE 211006:2010. Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.
- UNE-EN 61442:2005. Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) a 36 kV ($U_m = 42$ kV)
- UNE-EN 61238-1:2006. Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ($U_m=42$ kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos. (IEC 61238-1:2003, modificada)
- UNE-HD 629-1:2008. Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento extruido.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colegiado nº 20263306

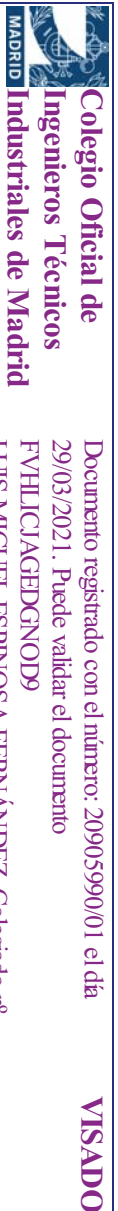
VISADO

01. MEMORIA

- UNE-HD 629.1:2008/A1:2009. Requisitos de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento extruido.
- UNE 211620:2018. Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).
- UNE 211027:2013. Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE 211028:2013. Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).
- UNE 211028:2013/1M:2016. Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36) kV.
- UNE-EN 60598-2-22. Luminarias. Parte 2-22: requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia.
- UNE-EN 60598-2-22:2015/AC:2016-05. Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia.
- UNE-EN 60598-2-22:2015/AC:2016-09. Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia.
- UNE-EN 1838. Iluminación. Alumbrado de emergencia.

5.3 LEGISLACIÓN MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

- Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.



01. MEMORIA

- Real Decreto 656/2017, de 23 de Junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, publicado en BOE número 86, de 11 de abril de 2006.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, publicado en BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, publicada en BOE número 192 de 30 de julio de 1988.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, publicado en BOE número 297 de 12 de diciembre de 2015.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015, publicado en BOE número 49 de 26 de febrero de 2009.
- Corrección de errores de la Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, publicada en BOE número 43 de 19 de febrero de 2002.
- Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos, publicada en BOE número 61 de 12 de marzo de 2002.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Decreto Legislativo 1/2010, de 18/05/2010, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística (Castilla-La Mancha).
- Decreto 242/2004, de 27 julio, sobre el Reglamento de Suelo Rústico de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Castilla-La Mancha.
- Orden 4/2020, de 8 de enero, de la Consejería de Fomento, por la que se aprueba la instrucción técnica de planeamiento sobre determinados requisitos sustantivos que deberán cumplir las obras, construcciones e instalaciones en suelo rústico (Castilla-La Mancha).
- Ley 2/2020, de 7 de febrero, de Evaluación Ambiental de Castilla-La Mancha.
- Ley 9/2007, de 29 de marzo de 2007, por la que se modifica la Ley 4/1990, de 30 de mayo, de Patrimonio Histórico de Castilla-La Mancha.
- REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986 (Castilla-La Mancha).
- La Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras en los artículos 29, 29, 31, 32 y 33, especifica las distintas zonas de afección en las carreteras del Estado (Castilla-La Mancha).
- El artículo 23 de la Ley 9/1990, de 28 de diciembre, de Carreteras y Caminos de Castilla-La Mancha.
- Se aplicarán la Normativa urbanística vigente aplicable a este tipo de instalaciones en los términos municipales, en particular el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), incluyendo sus modificaciones y correcciones.

5.4 LEGISLACIÓN OBRA CIVIL

- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación, NTE.

5.5 LEGISLACIÓN INDUSTRIAL

- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Orden de 19 de diciembre de 1980 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, de liberalización industrial.
- Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, sobre liberalización industrial.

5.6 LEGISLACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE APLICABLE

- ITC-33 REBT. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Corrección de errores del Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

7.2 ORGANISMOS AFECTADOS

Una vez estudiada la ubicación de la planta, se han identificado los siguientes organismos afectados:

Caminos públicos: para este tipo de instalaciones se respetará un retranqueo interior del vallado de 5 m a los ejes de los caminos públicos existentes.

Ayuntamiento de Pezuela de las Torres y de Pioz: para la afección de la superficie correspondiente a la planta fotovoltaica en su término municipal.

Arroyo: existen dos arroyos, denominados Arroyo de Valdepozuelo y Arroyo de Valilongo, dentro de las parcelas donde se desarrollará el proyecto. Para este tipo de instalaciones se respetará un retranqueo interior del vallado de 5 m a los márgenes del arroyo existente.

Vegetación protegida y encinas: se han identificado ejemplares de encinas dispersos por la parcela del proyecto de distintas alturas y tamaños, respetándose la distancia de separación según indicaciones medioambientales.

En todas las infraestructuras y organismos afectados, se han respetado las distancias de dominio público, zonas de servidumbre, etc. a la hora de realizar la implantación.

Para cada una de ellas se redactará la correspondiente separata según lo indicado en el Real Decreto 1955/2000, que será presentada al organismo afectado para la tramitación de la autorización correspondiente.

7.3 LISTADO SEPARATAS

A continuación, se muestra un listado de las separatas que acompañan al presente proyecto y que serán enviadas a los organismos correspondientes:

ORGANISMO	DIRECCIÓN ENVÍO
Demarcación Hidrográfica del Tajo	Av. de Portugal, 81, 28011 Madrid
Ayuntamiento de Pezuela de las Torres	Plaza de la Constitución, 1, 28812 Pezuela de las Torres, Madrid
Ayuntamiento de Pioz	Plaza Mayor, 1, 19162 Pioz, Guadalajara

Tabla 8. Listado separatas y direcciones de envío



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 0026339

VISADO

8 FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

La instalación objeto de este proyecto se plantea siguiendo los modelos de instalaciones de plantas o huertas solares existentes en otras regiones españolas, con unas condiciones de insolación similares a la zona en la que se proyecta esta instalación.

El presente documento tiene en cuenta el estado de la tecnología solar fotovoltaica y su aplicación a la realización de una instalación de producción de electricidad mediante una planta de energía solar fotovoltaica conectada a red, con paneles montados sobre estructuras móviles con seguimiento diario del Sol en su recorrido por el cielo.

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta datos reales de instituciones de prestigio, así como las características técnicas de los diferentes elementos y equipos que componen una instalación de este tipo que, a juicio del autor, son adecuados para la misma.

8.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad que se realizará en la instalación proyectada es la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar incidente en la misma. No se producen residuos durante el proceso productivo, ni existe el peligro de vertidos contaminantes ni emisiones.

La energía solar fotovoltaica se basa en la transformación directa de la luz solar incidente en el panel fotovoltaico, en energía eléctrica de corriente continua que posteriormente se transforma en energía eléctrica de corriente alterna mediante unos dispositivos denominados inversores. Finalmente se eleva el nivel de tensión mediante transformadores de potencia para disminuir las pérdidas por efecto Joule en los conductores de evacuación.

Hay dos tipos de instalaciones de energía solar fotovoltaica principales. Al primer tipo pertenecen las instalaciones aisladas de la red, de forma que la energía producida por los paneles fotovoltaicos se acumula en unas baterías o acumuladores para su posterior consumo en la propia instalación. El segundo tipo de instalaciones, instalaciones conectadas a red, está constituido por aquellas que no disponen de acumuladores de forma que o consumen la electricidad a medida que se produce y se pierde la energía que no consume, o se vende la energía eléctrica a la red de distribución pública.

La planta fotovoltaica descrita en el presente proyecto, se trata de una **instalación de energía solar fotovoltaica conectada a red**. No está prevista la instalación de acumuladores o baterías, aunque en una fase posterior podrían incluirse.

8.2 DESCRIPCIÓN URBANISTICA

La actividad de generación de energía eléctrica de origen fotovoltaico requiere de una gran superficie para su implantación, para la instalación de los módulos solares, sin embargo, no



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0020630

VISADO

01. MEMORIA

requieren de edificaciones, tan solo de un pequeño almacén y edificio de O&M, descrito en los puntos posteriores.

8.2.1 SUPERFICIE DE OCUPACIÓN

Las parcelas que conforman el área de actuación donde se alojarán los módulos fotovoltaicos, las estructuras soporte, los inversores y los Power Block correspondientes de la planta solar fotovoltaica tienen un área catastral de **173,63 Ha**, de los cuales el área de actuación constituida por el recinto que forma la totalidad de las instalaciones (recinto vallado) constituyen una superficie de **150,92 Ha**, el 86,92% de la superficie disponible.

La naturaleza de las instalaciones que se van a ejecutar, son instalaciones de producción de energía eléctrica que presentan una construcción abierta, es decir, no consisten en edificios, sino que son estructuras tipo mesa que soportan a los módulos fotovoltaicos. Su infraestructura eléctrica correspondiente (inversores, transformadores...) se implantan a la intemperie por lo que no se ubican dentro de edificios. Los únicos edificios que existirán en la instalación es un edificio dedicado a la operación y el mantenimiento (O&M) de poca entidad, que incluye una oficina compuesta de sala de supervisión, sala de comunicaciones, sala de reuniones, comedor, vestidor y baño con un total de 155 m² aproximadamente, y un almacén de 205 m² para reparaciones y almacenaje de repuestos.

Para la potencia prevista en la instalación se utilizarán 194427 módulos monocristalinos de Canadian Solar, modelo CS3W-450MS 1500V o similar, con unas dimensiones de 2108x1048x40 mm y 24,9 kg de peso, por lo que la superficie efectiva de módulos será aproximadamente de 429.525 m².

Instalación	Superficie (m2)
Proyección de la estructura de los módulos solares sobre el suelo	429525,00
20 Bloques de potencia	489,80
Edificio O&M y Almacén	360,00
TOTAL	430374,80

Tabla 9: Superficie de ocupación.

Teniendo en cuenta el anterior desglose, la superficie ocupada por el conjunto de infraestructura y equipos de la instalación solar representa un **25,34 %** de ocupación directa sobre el suelo total de la superficie catastral disponible.

Respecto a los caminos internos de la planta, el total de la anchura será de 15,00 m, proyectándose viales realizados en tierra con un ancho mínimo de 6,00 m.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 006639

VISADO

	Longitud (m)	Superficie (m ²)
Recinto 1	15767	94602
Recinto 2	2238	13428
Recinto 3	1854	11124
Recinto 4	1365	8190
Recinto 5	2095	12570
Total	18005	108030

Tabla 10: Viales interiores.

El vallado perimetral del recinto 1 tiene una longitud de 7414 m lineales, el vallado del recinto 2 posee 1822 m lineales, el vallado del recinto 3 posee 1622 m lineales, el vallado del recinto 4 posee 1163 m lineales y el vallado del recinto 5 posee 1797 m lineales. En total, el vallado de la planta tiene **13818** m lineales y una altura de **2,0** m.

Con el objeto de integrar las instalaciones, mejorar la visual del entorno y compensar la ocupación de suelo rústico por el proyecto, se propone realizar una plantación de especies de arbolado tipo “thuja” a lo largo del perímetro interior de la planta fotovoltaica.

8.3 JUSTIFICACIÓN DE LA UBICACIÓN PROPUESTA

Este tipo de actuaciones requieren la cantidad de terrenos necesaria para que los paneles solares puedan captar la energía solar suficiente y generar electricidad. Esta superficie, además, debe ser lo más plana posible, que las pendientes no sean excesivas y que estén lo más orientadas al sur posible. Adicionalmente deberán estar en zonas libres de obstáculos para minimizar el efecto de sombras.

Otro requisito adicional es que la distancia al punto de conexión asignado para la evacuación de la energía generada, normalmente una Subestación Eléctrica, no esté excesivamente alejado de la instalación para evitar pérdidas y que la distancia no las haga económicamente inviables.

Es por lo anteriormente expuesto, que la implantación de estas instalaciones se realice en suelo no urbanizable, en parcelas que reúnan los requisitos.

8.4 CONCLUSIONES

La elección de dicho terreno se basa en que en él se reúnen los requisitos necesarios para poder llevar a cabo el proyecto, siendo:

- Necesidad de ocupar una superficie de terreno suficiente, sin sombras, y con infraestructuras eléctricas (subestación o tendido eléctrico) cercano.
- Existencia de capacidad de evacuación a la red pública a través de la Subestación de REE Loeches 400 kV.

01. MEMORIA

- Los terrenos disponibles se localizan lo suficientemente cercanos a la Subestación para que la evacuación de energía a través de una línea subterránea sea viable técnica y económicamente.
- La idoneidad del suelo no urbanizable viene establecida por ser terrenos lo suficientemente grandes para permitir la implantación de este tipo de instalaciones, las cuales necesitan superficies grandes y libres de obstáculos y sombras, y además a un precio lo suficientemente razonable para permitir la viabilidad económica del mismo, dado que en terreno urbano tendría un coste prohibitivo, no requiriendo para su implantación y funcionamiento de los servicios urbanos característicos.
- La energía generada es una energía limpia y no genera residuos.
- La Planta Solar Fotovoltaica en operación, una vez finalizada la construcción, no produce afectación a la zona de actuación, por lo que no transformará la ordenación territorial actual de la zona. En este tipo de plantas se resalta la facilidad de desmantelamiento y la práctica inexistencia de residuos generados. La actividad de generación eléctrica mediante fuentes renovables es compatible con la protección existente.
- La planta proyectada no requiere de infraestructuras específicas adicionales para su funcionamiento dado que es una instalación totalmente autónoma.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0866330

VISADO

9 RECURSOS AMBIENTALES

Para el diseño de la instalación solar se requiere evaluar las condiciones ambientales de la ubicación propuesta, dado que la radiación, la temperatura del aire y la altitud son los principales factores que determinan el tamaño de la instalación.

La Radiación Global afecta a la cantidad de energía que recibirán los módulos fotovoltaicos y la cantidad de energía eléctrica que producirán los mismos. La temperatura ambiente y la altitud de los terrenos sobre el nivel del mar también tienen que ser consideradas a efectos de las características de los equipos principales.

Los datos de radiación y temperatura utilizados para el estudio de producción y rentabilidad de la planta han sido proporcionados por la base de datos de PVGIS, dado que es de las bases más confiables y aceptadas por las principales entidades bancarias y fondos de inversión a efectos de tasación de la energía producida.

Los datos de producción han sido obtenidos mediante el software PVSYST, por ser el más potente y ampliamente aceptado para este tipo de tecnologías. La producción generada se ha estimado al inicio de la operación de la instalación, sin tener en cuenta la degradación del módulo, además se ha tenido en cuenta las condiciones de entrega de la energía producida, es decir, considerando todas las pérdidas hasta el alcance considerado en el presente proyecto.

La producción específica prevista de la instalación es de **1.894 kWh/kWp** y la energía total prevista a producir en el año es de **165.687 MWh/año**, alcanzando un Performance Ratio de la instalación de **PR = 82,31 %**. Según el IDAE el gasto eléctrico medio de una vivienda tipo en España es de 4.000 kWh anuales, por lo que con la previsión de energía generada podría abastecerse aproximadamente 41.422 viviendas anualmente.

En el Anexo II se ofrece una descripción más detallada sobre el cálculo de la producción obtenida para la presente Planta Solar Fotovoltaica.

9.1 BALANCE DE CARBONO

Durante el proceso de fabricación, transporte, instalación y explotación de los elementos de la planta fotovoltaica se generan diversas cantidades de CO₂. Estas cantidades son cuantificables y se puede estimar el valor de las emisiones de CO₂ ahorradas a lo largo de la vida útil de la planta fotovoltaica.

El cálculo está basado en la suma de las llamadas “Emisiones de ciclo de vida” (LCE o Life Cycle Emissions) de los elementos, las cuales representan las emisiones de CO₂ asociadas a elementos concretos, incluyendo las cantidades de energía utilizadas durante su producción, operación, mantenimiento, venta, etc.

Las toneladas de emisiones de CO₂ ahorradas se obtienen mediante el software PVSYST utilizando la siguiente fórmula:



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

01. MEMORIA

$$Emisiones\ ahorradas = (E_{RED} \times SLT \times LCE_{RED}) - LCE_{PFV}$$

Donde:

E_{RED} : energía total generada por año [MWh/año]

SLT : duración esperada de la planta fotovoltaica (System Lifetime) [años]

LCE_{RED} : cantidad de emisiones de CO₂ por unidad de energía debida a la electricidad producida en el sistema eléctrico, basado en el “mix energético” [gCO₂/kWh]

LCE_{PFV} : toneladas de emisiones de CO₂ debida a la construcción de los elementos de la planta fotovoltaica [tCO₂]

Se tiene en cuenta la degradación anual del módulo fotovoltaico, siendo según la hoja de características lineal y de aproximadamente del 0,5 % anual, afectando a la producción de cada año.

Por lo tanto, las toneladas de CO₂ ahorradas estimadas para la planta son las siguientes:

$$Emisiones\ ahorradas = 165.687,44\ MWh \times 25\ años \times 546\ gCO_2/kWh - 149.860,4\ tCO_2$$

$$Emisiones\ ahorradas = 1.979.728,6\ tCO_2$$

Se realiza una comparación de las emisiones de CO₂ ahorradas al generarse energía a partir de una fuente renovable como la energía solar fotovoltaica respecto al equivalente de la misma cantidad de energía generada a partir de otras tecnologías no renovables (fuente TnCO₂/MWh.año sistema alemán: IPCC):

GENERACIÓN MWh/año = 165684,89	EMISION CO2 ANUAL (TnCO2/MWh año)	EMISIÓN CO2 25 AÑOS (Tn)	AHORRO EMISIONES CO2 (Tn)
Fotovoltaica	-	149860	-
Carbón	0,25116	1040335	890475
Nuclear	0,13104	542784	392924
Gas	0,07098	294008	144148

Tabla 11: Ahorro emisiones CO₂.

En el Anexo II se ofrece una descripción más detallada sobre el cálculo de la producción obtenida para la presente Planta Solar Fotovoltaica.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
002630

VISADO

10 ANALISIS AMBIENTAL

10.1 RECURSOS UTILIZADOS

Las partidas fundamentales que se tienen a la hora de estudiar los recursos consumidos por la instalación son:

- Energía
 - Electricidad y funcionamiento normal de la instalación.
- Agua
 - Funcionamiento normal de la actividad. Se estima en 10 m³ por limpieza realizada en la planta fotovoltaica.
- Materiales, piezas y fluidos del mantenimiento de instalaciones
- Materiales auxiliares
 - Material de limpieza.

10.2 MEDIDAS DE AHORRO Y OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS CONSUMIDOS

Se puede analizar la existencia de equipos o elementos que tratan de minimizar los recursos consumidos. Así, algunas medidas de ahorro de recursos, a la par que económico, planteadas son:

- Zonificación en la iluminación de las instalaciones, para ahorro en consumo de energía eléctrica.
- Presencia de temporizadores en la instalación de iluminación para el alumbrado nocturno, si se desea, para ahorro en consumo de electricidad.
- Utilización de elementos de bajo consumo eléctrico, para ahorro en consumo de electricidad.
- Utilización de envases de gran capacidad para los elementos y fluidos consumidos, con lo que se reducen las pérdidas de fluidos por restos que quedan en los envases a la vez que se reduce el consumo de envases.

10.3 RESIDUOS GENERADOS

Esta actividad NO genera residuos directamente. Los principales tipos de residuos generados son los que se detallan a continuación:

- Envases de materiales y elementos que se utilizan en las instalaciones y para el mantenimiento de las instalaciones.
- Materiales y elementos retirados de los equipos durante el mantenimiento de las instalaciones.
- Productos de limpieza de instalaciones.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

Con estos datos se procede a estudiar las principales partidas de residuos generados, teniendo en cuenta una serie de observaciones generales que se enunciarán a continuación.

- Todos los residuos deben minimizarse, pero poniendo especial énfasis en aquellos considerados peligrosos y en aquellos en los que se produzca mayor cantidad.
- Cualquier tipo de residuo peligroso, en el caso de que se genere, deberá entregarse a un gestor autorizado de dicho tipo de residuo.

Algunas de las medidas que se adoptan para la minimización de los residuos son las que se presentan a continuación:

- Utilización de envases y embalajes grandes, con lo que se evitan envases y embalajes, restos de fluidos en los envases tras su utilización, y se mejora el aprovechamiento de los recursos consumidos.
- Utilización de materiales y elementos que no generen residuos peligrosos en la medida de lo posible.
- Utilización de elementos de gran duración, como por ejemplo en iluminación, con lo que, al prolongarse el período de sustitución de los mismos se generan menores residuos.

10.4 GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de los residuos por parte de la empresa comprende todos los procesos que se sitúan desde la generación de los residuos hasta la entrega de estos a gestores de los mismos.

En el caso de los residuos asimilables a Residuos Sólidos Urbanos pueden depositarse en los contenedores que están dispuestos a tal fin por la Administración local o por quien ella disponga, y que será el gestor encargado de su manipulación desde ese momento. Todos aquellos residuos que no sean peligrosos deberán entregarse al gestor correspondiente siguiendo las indicaciones del mismo, procurando la separación de dichos residuos cuando sea posible.

10.4.1 RESIDUOS PELIGROSOS

En el caso de los residuos peligrosos, éstos deberán entregarse siempre a un gestor autorizado de los mismos, teniendo cuenta que no todos los gestores están autorizados para todos los tipos de residuos peligrosos.

La cantidad que se genera es reducida. Para la gestión de los mismos se firmará un contrato de mantenimiento de la instalación con un instalador eléctrico que se encargará de la retirada de dichos tubos tras la sustitución de los mismos.

Si no se sobrepasan las 10 TM de residuos peligrosos generados en un año se solicitará la condición de Pequeño Productor de Residuos Peligrosos, en caso de que se produzcan residuos peligrosos.

01. MEMORIA

El proceso que se sigue en la gestión de los residuos peligrosos es el que se presenta a continuación:

- Disponer de un almacén temporal de residuos peligrosos.
 - No almacenar los residuos peligrosos por un período superior a seis meses.
 - No debe permitir mezclas entre diferentes residuos, peligrosos o no, o con otros elementos. Cubeto de retención o depósito de doble pared para residuos líquidos.
 - Capacidad suficiente para almacenamiento de residuos entre períodos de recogida estimados.
- Envasar los residuos peligrosos como indica la legislación vigente.
 - Envases sólidos y resistentes a la manipulación y a los materiales que contienen.
- Etiquetar adecuadamente los residuos peligrosos.
 - Evitar etiquetas que puedan inducir a error.
- Llevar un registro de residuos peligrosos.
- Antes de la entrega de un residuo peligroso a un gestor autorizado debe disponerse de un documento acreditativo de la aceptación de dicho residuo por el gestor.
- Documentación de control de los residuos cumplimentada, y archivada por un período mínimo de cinco años.
- Comunicación de incidencias destacables relativas a residuos peligrosos (desaparición, escape o pérdida) a la Administración autonómica.
- Comunicación del traslado a la Administración, con una antelación mínima de diez días. Únicamente se pueden entregar los residuos peligrosos a transportistas autorizados.
- Presentación de la Declaración anual de producción de residuos peligrosos ante la Administración. Presentación de un estudio de minimización de residuos a la Administración, cada cuatro años.
- Disponer de un seguro de responsabilidad civil cuando lo exija la Administración.

Para el presente proyecto no se precisa solicitar la condición de Pequeño Productor de Residuos Peligrosos. Los residuos peligrosos que puedan provenir de mantenimiento o reparación de máquinas serán responsabilidad de la empresa mantenedora que realice el servicio, que será quien deba entregarlos a un Gestor Autorizado.

10.4.2 RESIDUOS SÓLIDOS

Se generan residuos sólidos en cantidades muy poco importantes, todos ellos análogos a los que se generan en viviendas. Proviene de envases y de restos de materias primas y productos



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

propios del establecimiento. La recogida selectiva de residuos, implantada en la Comunidad Autónoma, garantiza el adecuado tratamiento de los mismos.

Debido a la actividad de la empresa, y al no tener una producción de residuos tóxicos y peligrosos, esta empresa no estará obligada a solicitar su inscripción en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Tóxicos y Peligrosos. No obstante, si éstos fueran generados, se debería realizar la correspondiente inscripción, pasando el control de los pequeños residuos a la Administración o a una entidad por ella autorizada, lo cual está recogido en el Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

10.5 LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN

Previamente a la finalización de los trabajos, se deberá realizar una limpieza general de los deshechos generados durante la instalación.

Una vez finalizadas las obras en los casos en que exista compactación de suelos por haber circulado la maquinaria, se procederá a la descompactación mediante ripado, escarificado ligero o arado en función de los daños provocados y se procederá a depositar la tierra vegetal que se hubiera podido extraer antes del inicio del movimiento de tierras. Este depósito se realizará preferentemente en las zonas de trabajo temporal, para facilitar la regeneración natural.

En el Anexo III se ofrece una descripción más detallada sobre la gestión de residuos.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0066339

VISADO

11 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN Y CONEXIÓN A RED

Para la conexión de la planta fotovoltaica a la red eléctrica en la subestación “SET Loeches 400 kV” perteneciente a REE, es necesaria la construcción previa de una subestación transformadora elevadora 220/30 kV denominada “SET Abarloar 220/30 kV”.

La conexión entre la planta fotovoltaica y la subestación “SET Abarloar 220/30 kV” se realizará mediante las líneas de evacuación subterráneas en 30 kV que parten de los Power Block correspondientes ubicados dentro de la propia planta fotovoltaica, siendo capaz de transportar la máxima potencia de generación permitida en el punto de conexión, en este caso de 73,98 MWn. La medida de la energía eléctrica está prevista que se realice en la subestación “SET Abarloar 220/30 kV” en el lado de 30 kV del transformador de potencia asociado a la planta fotovoltaica. En ningún caso se superará la potencia indicada en dicho punto.

A su vez, se prevé la construcción de la subestación denominada “SET Piñón 220/30 kV” la cual conectará mediante una línea aérea de alta tensión 220 kV con la subestación denominada “SET Nimbo 400/220/30, conectándose a la “SET Loeches 400 kV” mediante una línea aérea de alta tensión 400 kV.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0005330

VISADO

12 CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para cumplir y colaborar con una adecuada gestión técnica del Sistema Eléctrico, las condiciones de operación de la planta fotovoltaica se ajustarán a los criterios indicados por los procedimientos de operación P.O. 12.2 y P.O. 12.3 en su última versión.

No obstante, actualmente los procedimientos de operación están en fase de actualización y está previsto que su contenido se actualice de acuerdo con el Reglamento (UE) 2016/1388 de la comisión de 17 de agosto de 2016 por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda.

Está prevista la implementación de un sistema de control de planta (en adelante “PPC” o Power Plant Controller) que servirá para la regulación de determinados parámetros fijados por la compañía de transporte. El PPC recoge las consignas enviadas por compañía y aplica algoritmos para controlar que se cumplan mediante consignas a los inversores y otros elementos de la instalación. Entre otros parámetros, se puede actuar sobre la tensión y la frecuencia de planta, la limitación de la producción, la limitación de potencia, la regulación de potencia reactiva, etc.

El diseño eléctrico contemplado en el presente proyecto incluye inversores de última generación capaces de ser gobernados por el PPC para cumplir con los requisitos actuales y futuros.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
00263309

VISADO

13 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

13.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La planta fotovoltaica Abarloar Solar es una instalación de 87,50 MWp y 73,98 MWn, que convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se genera en corriente continua, que posteriormente se convierte en energía alterna en baja tensión mediante unos equipos electrónicos denominados inversores. La energía eléctrica de baja tensión es elevada a alta tensión mediante transformadores de potencia y agrupada en diferentes circuitos. Los circuitos conectan mediante líneas subterráneas 30 kV con la subestación elevadora "SET Abarloar 220/30 kV", a través de una línea aérea de alta tensión 220 kV conectará con la subestación denominada "SET Piñón 220/30 kV", posteriormente conectará mediante línea aérea de alta tensión 220 kV con la subestación denominada "SET Nimbo 400/220/30kV" desde donde será evacuada por una línea de alta tensión 400 kV hasta la subestación "SET Loeches 400 kV".

La configuración del campo solar planteada para esta planta fotovoltaica es de agrupación de módulos solares fotovoltaicos monocristalinos, dispuestos sobre estructura de seguidores solares a un eje.

Según los cálculos eléctricos que se incluyen en el Anexo I, con el módulo de 450 Wp seleccionado, la configuración eléctrica en corriente continua elegida supone la conexión de cadenas (o strings) de 27 módulos en serie máximo para no superar en las condiciones más desfavorables la tensión máxima de entrada del inversor.

Por su parte, los seguidores solares seleccionados pueden alojar 27 módulos en cada una de sus 3 filas, moviendo un total de 81 paneles solares a la vez. Se trata de seguidores horizontales monofila con tecnología de seguimiento a un eje en dirección Este-Oeste, dispuestos en el terreno en dirección norte-sur.

Las cadenas se agruparán en bloques o subplantas compuestas cada uno por grupos de cadenas que se conectan a un mismo inversor, teniendo cada bloque 1 ó 2 inversores en función de las necesidades.

Mediante los inversores, a través de procesos electrónicos, se convertirá la energía en corriente continua suministrada por las distintas agrupaciones de módulos en energía en corriente alterna de baja tensión, para que posteriormente, en los Power Block, sean los transformadores de BT/AT los que eleven la tensión al valor necesario de alta tensión para su recogida en la subestación elevadora mediante una red subterránea. Dicha red subterránea, compuesta de 5 circuitos, llevará la energía generada hasta la subestación elevadora 220/30 kV.

Se incluye a continuación un cuadro resumen con las características de la planta:

01. MEMORIA

PLANTA FOTOVOLTAICA		UNIDA D
Provincia	Madrid y Guadalajara	-
Municipio	Pezuela de las Torres y Pioz	-
Superficie	150,9	ha
Potencia pico	87,50	MWp
Potencia nominal	73,98	MW
MODULOS FOTOVOLTAICOS		
Nº Paneles	194427	Ud
Fabricante	Canadian Solar	-
Modelo	CS3W-450MS	-
Potencia	450	Wp
Nº Paneles/Strings	27	Ud
SEGUIDORES		
Nº Seguidores	2401	Ud
Nº Strings	7201	Ud
Fabricante	PVH	-
Modelo	Monoline 3H	-
Tecnología	Seguimiento a un eje E-O	-
INVERSORES		
Nº Inversores	33	Ud
Fabricante	SMA	-
Modelo	Sunny Central 2500-EV	-
Potencia nominal	2500	kVA
Tensión max entrada DC	1500	V
TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
Nº Transformadores	20	Ud
Potencia nominal	5000 o 2500	kVA
Tensión primaria	30	kV

Tabla 12: Características de la planta.

Los Power Block, junto con las celdas de alta tensión, los cuadros de baja tensión y los equipos auxiliares necesarios, estarán ubicados sobre una plataforma denominada skid, formando un Power Block. Las dimensiones interiores de aquellas envolventes con dos transformadores son de 12192x2896x2438 mm (longitud x altura x anchura) y para aquellas envolventes con un único transformador son de 6058x2591x2438 mm (longitud x altura x anchura).

Estos Power Block se unirán entre sí mediante 5 circuitos subterráneos de 30 kV. Desde los últimos Power Block de las líneas interiores de alta tensión se evacuará la energía generada hasta la "SET Abarloar 220/30 kV".

La configuración de la planta se resume en la siguiente tabla:



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

POWER BLOCK	Nº Inversor	Nº Trackers	Nº Strings	Nº Módulos	Potencia (MWp)	Ratio Pp/Pn
01	Total	85	255	6885	3,10	-
	01.1	85	255	6885	3,10	1,24
	-	0	0	0	0,00	0,00
02	Total	77	231	6237	2,81	-
	02.1	77	231	6237	2,81	1,12
	-	0	0	0	0,00	0,00
03	Total	151	453	12231	5,50	-
	03.1	78	234	6318	2,84	1,14
	03.2	73	219	5913	2,66	1,06
04	Total	140	420	11340	5,10	-
	04.1	73	219	5913	2,66	1,06
	04.2	67	201	5427	2,44	0,98
05	Total	135	405	10935	4,92	-
	05.1	67	201	5427	2,44	0,98
	05.2	68	204	5508	2,48	0,99
06	Total	133	399	10773	4,85	-
	06.1	66	198	5346	2,41	0,96
	06.2	67	201	5427	2,44	0,98
07	Total	138	414	11178	5,03	-
	07.1	69	207	5589	2,52	1,01
	07.2	69	207	5589	2,52	1,01
08	Total	77	231	6237	2,81	-
	08.1	77	231	6237	2,81	1,12
	-	0	0	0	0,00	0,00
09	Total	145	435	11745	5,29	-
	09.1	71	213	5751	2,59	1,04
	09.2	74	222	5994	2,70	1,08
10	Total	70	210	5670	2,55	-
	10.1	70	210	5670	2,55	1,02
	-	0	0	0	0,00	0,00
11	Total	141	423	11421	5,14	-
	11.1	70	210	5670	2,55	1,02
	11.2	71	213	5751	2,59	1,04
12	Total	144	432	11664	5,25	-
	12.1	72	216	5832	2,62	1,05
	12.2	72	216	5832	2,62	1,05
13	Total	144	432	11664	5,25	-
	13.1	73	219	5913	2,66	1,06
	13.2	71	213	5751	2,59	1,04



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 00963300

VISADO

01. MEMORIA

14	Total	74	222	5994	2,70	-
	14.1	74	222	5994	2,70	1,08
	-	0	0	0	0,00	0,00
15	Total	148	444	11988	5,39	-
	15.1	74	222	5994	2,70	1,08
	15.2	74	222	5994	2,70	1,08
16	Total	70	210	5670	2,55	-
	16.1	70	210	5670	2,55	1,02
	-	0	0	0	0,00	0,00
17	Total	147	441	11907	5,36	-
	17.1	73	219	5913	2,66	1,06
	17.2	74	222	5994	2,70	1,08
18	Total	152	456	12312	5,54	-
	18.1	75	225	6075	2,73	1,09
	18.2	77	231	6237	2,81	1,12
19	Total	151	453	12231	5,50	-
	19.1	75	225	6075	2,73	1,09
	19.2	76	228	6156	2,77	1,11
20	Total	79	237	6399	2,88	-
	20.1	79	237	6399	2,88	1,15
	-	0	0	0	0,00	0,00

Tabla 13. Resumen de la configuración de la planta.

A continuación, se realiza una descripción de los distintos sistemas que componen la planta.

13.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico lo compone un campo de módulos fotovoltaicos conectados en serie y en paralelo junto con sus estructuras portantes. El número de módulos conectados en serie, denominado cadena o “string”, determina la tensión de operación del campo fotovoltaico, debiendo ser menor que la tensión máxima admisible en la entrada de corriente continua del inversor bajo cualquier circunstancia, siendo 1500 V_{cc} máximo para el inversor seleccionado. Por otro lado, el número de strings colocados en paralelo determina la potencia de la planta.

Las características del generador fotovoltaico del presente proyecto en condiciones STC son:

Característica	Valor
Potencia pico panel (Wp)	450
Nº total de módulos (Ud)	194427
Nº de módulos serie (Ud)	27
Nº total de strings (Ud)	7201
Número total seguidores (Ud)	2401

Tabla 14: Características del generador fotovoltaico.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0066300

VISADO

13.3 MÓDULO FOTOVOLTAICO

El módulo fotovoltaico es el encargado de convertir la radiación solar en energía eléctrica, es por tanto un elemento clave dentro de la instalación. Para su elección se tienen en cuenta diversos aspectos técnicos:

- Tecnología utilizada
- Comportamiento ante las condiciones ambientales
- Estabilidad en sus características nominales
- Performance Ratio obtenido
- Disponibilidad en el mercado
- Garantía y servicio postventa del fabricante

Para el presente proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos monocristalinos; están diseñados según norma IEC 61215 y fabricados con materiales probados para asegurar el servicio durante toda su vida útil. Disponen de 3 diodos de by-pass para evitar el efecto “hot spot” (punto caliente). El diodo “by-pass” permite un camino alternativo para la corriente, en una asociación en serie de células, cuando alguna de ellas está bajo sombras o no conduce corriente.

Los módulos de tecnología PERC (Passivated emitter rear cell) incorporan una capa reflectante (Dielectric Layer) en el interior, para aprovechar al máximo la radiación. Al colocar un material dieléctrico pasivo entre la capa de aluminio y la capa base de silicio se consigue que los fotones de la luz infrarroja no penetren hasta la capa de aluminio, sino que sean reflejados y permitan generar corriente entre la capa base y la emisora.

El módulo fotovoltaico se suministra con 2 latiguillos de cable solar, especialmente diseñado para instalación en intemperie en las más duras condiciones atmosféricas, 1,67 m de longitud en material de cobre de sección 4 mm², para permitir la interconexión de los módulos. En los planos adjuntos a este proyecto, se encuentra un detalle de esta interconexión.

Las principales características eléctricas del módulo fotovoltaico en condiciones STC son las siguientes:



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHICJAGEDGNOD9
002610
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado, nº

VISADO

01. MEMORIA

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Tipo modulo	Canadian Solar CS3W – 450MS	-
Potencia nominal	450	Wp
Tensión en el punto $P_{max}-V_{MPP}$	40,5	V
Corriente en el punto $P_{max}-I_{MPP}$	11,12	A
Tensión en circuito abierto- V_{oc}	48,70	V
Corriente de cortocircuito- I_{sc}	11,65	A
Eficiencia del módulo	20,37	%
Temperatura de funcionamiento	-40 a + 85	°C
Tensión máxima del sistema	1500 Vdc (IEC)	V
Valores máximos recomendados de los fusibles	20	A
Tolerancia de potencia nominal	0 a +5	W
Coeficiente de temperatura de P_{max}	-0,36	%/°C
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	-0,29	%/°C
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	0,05	%/°C
Temperatura nominal de operación	42 ± 3	°C

Tabla 15: Características eléctricas del módulo fotovoltaico seleccionado.

Las principales características mecánicas del módulo fotovoltaico son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Tipo célula	Monocristalina	mm
Dimensiones célula	156x156	mm
Nº células	144 (2x12x6)	-
Dimensiones	2108x1048x40	mm
Peso	24,9	kg
Vidrio frontal	3,2 vidrio templado	mm
Estructura	aleación aluminio anodizado	-
Caja de conexión	IP68	-
Diodos de bypass	3 diodos	-

Tabla 16: Características mecánicas del módulo fotovoltaico seleccionado.

13.4 ESTRUCTURA SOPORTE. SEGUIDOR SOLAR

La opción preferente, a no ser que los estudios geotécnicos indiquen lo contrario, es la hinca directa, sin uso de hormigón ni materiales adicionales.

Los postes de la estructura irán hincados principalmente, siendo solo necesario su hormigonado en caso de que se produzca rechazo o se prevean zonas de extrema dureza del terreno, cuyos resultados dependerán del estudio geotécnico del mismo.

El tipo de seguidor seleccionado será el modelo PVH-MONOLITE 3H del fabricante PVH o similar, que permite un ángulo de giro de ± 55°.

PVH tiene dentro de su gama de seguidores solares este modelo inalámbrico de un eje horizontal, llamado **Monoline 3H**, que tiene la posibilidad de autoalimentarse, por lo que es un



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

01. MEMORIA

producto adecuado para terrenos montañosos y parcelas con formas irregulares, así como para aquellos que presentan obstáculos.

El seguidor *Monoline 3H* tiene la capacidad para integrar tres strings de módulos fotovoltaicos; tiene una arquitectura de motor por fila y nueve postes por seguidor, lo que permite una instalación más rápida y menos costosa. Además, tiene un diseño optimizado estructural y electromecánico, calidad de componentes listos para usar, bajo mantenimiento y es adecuado para integrarse con la mayoría de los sistemas SCADA.

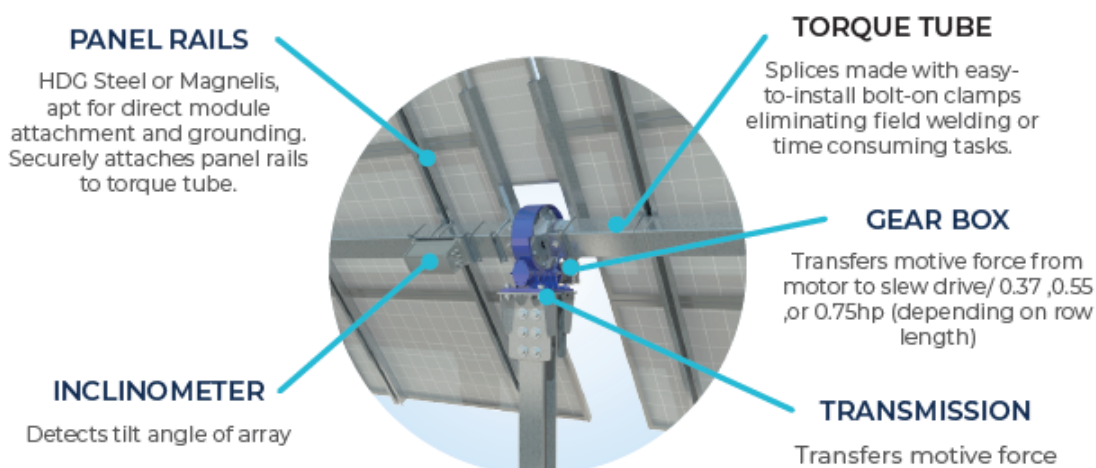


Ilustración 2: Detalle seguidor solar seleccionado (PVH-MONOLITE 3H)

Las principales características del seguidor son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Marca	PVH	-
Modelo	Monoline 3H	-
Ángulo de rotación	± 55	$^{\circ}$
Método seguimiento solar	Un eje E-O	mm
Nº módulos por seguidor	81	Ud

Tabla 17: Características del seguidor seleccionado.

Las principales características del seguidor son las siguientes:

- Especialmente indicado para terreno montañoso e irregular, y para zonas con obstáculos.
- Sólo tiene nueve postes por seguidor, lo cual proporciona una instalación más rápida y menos costosa al EPC.

01. MEMORIA

- Sujeción directa del módulo a raíles de acero rígido, para eliminar la expansión vibratoria/térmica y los riesgos de ajustar en exceso las abrazaderas de aluminio.
- Diseñado para durar 25 años.
- Está dotado con la tecnología “backtracking”, la cual permite que durante las primeras o últimas horas del día que los seguidores “hablen” entre sí para determinar el mejor ángulo de posicionamiento con el que evitar parte del sombreado mutuo y optimizar la producción.
- Fácil de operar.
- Se integra con la mayoría de sistemas SCADA por control remoto.
- Los raíles están hechos de acero galvanizado en caliente o Magnelis, y son aptos para sujetar directamente el módulo y la base.
- Los raíles quedan firmemente sujetos al tubo de torsión, el cual forma el eje de rotación mediante la unión de varias secciones de tubo con abrazaderas fáciles de instalar evitando pérdidas de tiempo con soldaduras en terreno u otras tareas.



Ilustración 3: Ejemplos de hincado

El resto de las características y su descripción más detallada se encuentra en la hoja de características recogida en el Anexo IV de la presente Memoria.

13.5 INVERSOR

01. MEMORIA

Los inversores son los componentes que transforman la corriente continua generada por los campos fotovoltaicos a corriente alterna. Estos inversores son de tipo y características específicas para un sistema de conexión a red, tanto en tensión como en frecuencia, para no alterar el buen funcionamiento de la red. La generación de armónicos deberá estar dentro de los límites tolerables.

Para este proyecto se han seleccionado inversores de la marca SMA SUNNY CENTRAL 2500-EV, de 2500 kVA de potencia a 25 °C, que serán instalados sobre una plataforma.

El funcionamiento del inversor será totalmente automático. A partir de que los módulos solares generen potencia suficiente, la electrónica implementada en el inversor junto con el PPC de planta regulará la tensión, la frecuencia y la producción de energía. Al alcanzar cierto nivel mínimo de potencia, el aparato comenzará a inyectar a la red.

El inversor funciona de manera que convierta la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar.

Las características principales del inversor seleccionado son las siguientes:

CARACTERÍSTICA	VALOR	UNIDAD
Fabricante	SMA	-
Modelo	SUNNY CENTRAL 2500-EV	-
Rango potencias DC @ 25°	2500	kWp
Rango de tensión MPP	850 - 1425	V
Tensión máxima	1500	V
Corriente máxima DC	3200	A
Corriente máxima cortocircuito DC	4300	A
Corriente máxima AC	2624	A
Frecuencia nominal	50/60	Hz
Factor de potencia	± 0,8	-
Eficiencia máxima	98,6	%

Tabla 18: Características del inversor seleccionado.

Además del caso en que los paneles no produzcan energía suficiente, y a excepción de las condiciones previstas por la compañía para la regulación y el control de la planta, el inversor se desconectará en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.

Los inversores se localizarán lo más próximo posible al centro de gravedad del campo fotovoltaico, con el fin de reducir las pérdidas de energía en el cableado de baja tensión.

Los inversores disponibles en el mercado pueden funcionar respecto de la entrada de corriente continua de forma flotante o con el negativo puesto a tierra.

De manera general se elegirá funcionar de forma flotante, requiriéndose protecciones tanto en el polo positivo como en el polo negativo de los conductores de corriente continua. La supervisión del aislamiento lo podrá proporcionar un vigilante de aislamiento por cada centro transformador, ubicado aguas abajo de los inversores.

Las protecciones que vienen incorporadas en el inversor son:

- En la parte de corriente continua (entrada):
 - Fusibles en el polo positivo y negativo de cada entrada.
 - Vigilante de fallo de aislamiento.
 - Seccionador de corte en carga.
 - Protección por sobretensión tipo II.
- En la parte de corriente alterna (salida):
 - Interruptor automático de 4 polos a la salida del inversor.
 - Protecciones de sub/sobre frecuencia y tensión.

En cuanto a las funciones de respaldo de red, incluye las siguientes:

- Perturbaciones y Huecos de tensión:

El inversor soporta los huecos de tensión según el perfil que sea requerido. Pueden compensar el hueco inyectando corriente reactiva requerida, dentro de los criterios establecidos en el P.O. 12.3 de REE, alimentando la falla tanto tiempo como sea necesario mientras no se excedan los límites de las protecciones.

- Sistema de regulación de Frecuencia (FRS):

01. MEMORIA

El inversor incluye un algoritmo de reducción de potencia activa según la caída de frecuencia para proporcionar estabilidad a la red.

- Deslizamiento de la frecuencia:

Los inversores pueden ajustar el rango y los tiempos de las protecciones de frecuencia proporcionándoles una gran flexibilidad y que puedan cumplir con futuros requerimientos.

- Protección anti-isla:

Los inversores combinan métodos activos y pasivos que eliminan los disparos intempestivos y reduce la distorsión de la red de acuerdo con la IEC 62116 y la IEEE 1547.

- Limitación de Potencia:

Los inversores incorporarán funcionalidad de limitación de potencia, incorporada en el sistema SCADA de control de planta, de forma que reducirá la potencia de salida disponible del inversor en corriente alterna en caso de ser exigida por el operador o por condiciones de red se requiera no sobrepasar un valor de potencia determinada en el punto de conexión.

13.6 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN o POWER BLOCK

Está prevista la instalación de 20 Centros de Inversión y Transformación de alta tensión denominados como Power Block o PB, que tendrán la misión de elevar la tensión de salida, para minimizar las pérdidas, antes de enviar la energía generada por la instalación fotovoltaica a la subestación.

Dichos Power Block estarán formados por una losa de hormigón que hará las veces de plataforma.

Estos centros incluirán en su interior los siguientes sistemas:

- Cajas de Nivel II (en caso de ser requeridas)
- Cuadro de protección AC
- Inversor (1 o más)
- Cuadro de servicios auxiliares
- Armario de control
- Transformador de potencia
- Celdas de alta tensión
- Equipos de ventilación

01. MEMORIA

- UPS de 40 kVA o similar
- Transformador de SSAA (30 kVA o similar)
- Red de tierras de protección y servicio

Estará diseñado y fabricado para que el acceso pueda realizarse a través de los viales interiores de la planta.

Alrededor de la losa se dispondrá electrodos de tierra para conseguir una resistencia de tierra conforme a la normativa, las líneas de tierra que conecten a estos electrodos estarán constituidas por cable de Cobre 0,6/1 kV de 35 mm² de sección.

Los Power Block se unirán entre sí a través de varios circuitos subterráneos de alta tensión. Desde los últimos Power Block de cada circuito se conectará mediante línea subterránea 30 kV con la subestación común a otros promotores "SET Abarloar 220/30 kV". En la subestación colectora se instalará una celda de línea, para la recepción del circuito proveniente de la planta. La tensión de salida de los Power Block será de 30 kV y la frecuencia de 50 Hz.

13.6.1 TRANSFORMADOR BT/AT

Cada centro inversor contará con un transformador de potencia que evacuará la potencia generada por la Planta Fotovoltaica, y con un transformador de servicios auxiliares, que alimentará los SS.AA. del centro.

Características generales:

- Los transformadores tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural en baño de aceite mineral.
- Contarán con sensor de temperatura.
- Las pérdidas en vacío no podrán superar los valores de 0,1% y del 1% en el cobre a plena potencia.
- Aislamiento galvánico y con salida de bornes para PAT (Puesta A Tierra) de pantalla electrostática.
- Cada transformador estará conectado en sus devanados de baja tensión a la salida en alterna del inversor, el cableado se ejecuta a lo largo de conductos metálicos debidamente protegidos e indicados.
- Los transformadores de potencia estarán situados junto a los inversores, minimizando así la longitud del cableado de baja tensión entre ellos.
- El cable utilizado es especial, con el nivel de aislamiento de acuerdo a la instalación y preparado para operar al aire libre.
- Tanto el cableado de baja tensión como el de alta tensión se colocará sobre bandeja metálica.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Los transformadores de potencia cumplirán con lo establecido en la Directiva 2009/125/CE de la UE en materia de ecodiseño. Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility)

Los transformadores elevadores BT/AT se encargan de elevar la tensión hasta la de la red en la que se va a inyectar la energía y, además, sirven como separación galvánica entre los inversores y la red de corriente alterna. Las características principales de los transformadores BT/AT son las siguientes:

Nº transformadores	20	Ud
Potencia nominal	13x5000 + 7x2500	kVA
Nº devanados secundarios	2 o 1	Ud
Alta tensión	30	kV
Baja tensión	0,55/0,55 o 0,55	kV
Grupo de conexión	Dy11y11 o Dy11	-
Impedancia	7-7 o 7	%

Tabla 19: Características principales transformador.

13.6.2 TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES

Los transformadores auxiliares BT/BT suministran energía para la alimentación de los consumos propios de los Power Blocks, cuadros de monitorización y resto de servicios auxiliares. La potencia del transformador se dimensionará en función de las demandas de potencia de los elementos a ser alimentados. Estos transformadores auxiliares se alimentarán a partir de la propia producción de la planta fotovoltaica.

13.6.3 CELDA DE ALTA TENSIÓN

Las celdas de alta tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6, con las funciones L+P.

- Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo.
- El dieléctrico utilizado como medio de aislamiento será SF6 y el medio de extinción será SF6.
- El equipo se diseñará de modo que evite el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.
- Las celdas serán a prueba de arco interno.
- Las celdas serán construidas en plancha de acero galvanizado.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de Alta Tensión.
- En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.
- La conexión de cables será mediante bornas enchufables.
- Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada.
- Cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas, así como el Reglamento Electrotécnico para BT.

Se emplearán celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200.

Se preverán sistemas de alarma por pérdida de gas (disminución de la densidad), salvo cuando el diseño de las celdas o conjuntos esté contrastado mediante los correspondientes ensayos, de forma que el fabricante pueda garantizar que las pérdidas de gas no influyen en su vida útil, siendo ésta superior a treinta años. No obstante, si la presión absoluta mínima de funcionamiento referida a 20 °C que garantiza los valores asignados de la aparamenta es superior a 1,2 bares, será necesario al menos, un indicador de presión.

La envolvente metálica de la celda debe presentar una rigidez mecánica tal que asegure el perfecto funcionamiento de todas las partes móviles alojadas en su interior, además de la protección contra daños mecánicos y de arco debidos a defecto interno.

Todas las superficies exteriores de la envolvente deberán estar protegidas contra los agentes externos, de forma que se garantice una eficaz protección corrosiva.

Características generales celdas:

- | | |
|--|----------------------|
| - Tensión asignada: | 36 kV |
| - Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra: | |
| A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: | 70 kV eficaces |
| A impulso tipo rayo: | 170 kV cresta |
| - Intensidad asignada general: | 630 A |
| - Intensidad asignada (transformador): | 200 A |
| - Intensidad nominal admisible (1s): | 16 kA eficaces |
| - Grado de protección de la envolvente: | IP54 según UNE 20324 |
| - Aislamiento: | SF ₆ |



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
002639

VISADO

01. MEMORIA

- El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- El embarrado general de las celdas se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo. Estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.
- Las piezas de conexión entre celdas dependerán del tipo y fabricante de las celdas.

13.7 EVACUACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La evacuación de la energía eléctrica producida en la planta fotovoltaica se realiza mediante una red de alta tensión a 30 kV que asocia los distintos Power Block en 5 circuitos subterráneos. Desde el último Power Block de cada circuito se conectará mediante línea subterránea 30 kV con la subestación 220/30 kV. Desde allí, mediante línea aérea de alta tensión 220 kV se conectará con la subestación “SET Piñón 220/30 kV” desde ahí, conectará mediante línea aérea de alta tensión 220 kV con la subestación “SET Nimbo 400/220/30 kV” y finalmente mediante línea aérea de alta tensión 400 kV, conectará con la subestación “SET Loeches 400 kV” antes de conectar en el punto de entrega especificado.

13.8 SERVICIOS AUXILIARES DE LA PLANTA

La instalación dispondrá de una serie de sistemas que complementan la operatividad de la misma. La energía necesaria para la alimentación de los sistemas complementarios será aportada por la propia energía producida en la planta.

13.8.1 SERVICIOS AUXILIARES

La función de los Servicios Auxiliares de corriente alterna de la instalación fotovoltaica es la de garantizar el suministro de energía eléctrica en baja tensión necesario para la explotación, seguridad y mantenimiento de la instalación.

Cada bloque de potencia (conjunto Inversor-Transformador) contará con un cuadro eléctrico para servicios auxiliares. En este cuadro general se instalarán las salidas y protecciones para los diferentes circuitos: circuitos de iluminación, tomas de fuerza, cuadros de monitorización, cuadros auxiliares, etc. Estará dimensionado, además, con salidas de reserva para posibles ampliaciones. Todos los circuitos se protegerán adecuadamente con un interruptor automático y un interruptor diferencial, si es necesario.

El edificio de O&M también contará con un cuadro de SS. AA que se alimentará a través de un transformador de potencia 30/0,42 kV ubicado dentro de la sala eléctrica del edificio. Igualmente, el cuadro eléctrico general del edificio constará con salidas y protecciones para los diferentes circuitos de iluminación, fuerza, auxiliares, etc.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 00283334

VISADO

01. MEMORIA

Para las líneas de alimentación de corriente alterna en baja tensión se utilizará cable de cobre de 0,6/1 kV. La sección del conductor se elige teniendo en cuenta el REBT y los siguientes criterios: intensidad de cortocircuito, intensidad máxima admisible y caída de tensión.

13.8.2 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA

Se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permite mantener operativo el sistema de control y monitorización, y el sistema de seguridad ante posibles cortes de alimentación durante un mínimo de una hora.

13.8.3 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de control de la instalación fotovoltaica permitirá controlar desde un PC todas las diferentes variables de la instalación: parámetros de funcionamiento del inversor e histórico de datos. Esta comunicación es posible mediante tarjetas integrables en los inversores que permiten la comunicación entre la instalación fotovoltaica y un PC.


En esta instalación fotovoltaica se ha optado por la comunicación vía FO, por lo que los elementos que se instalarán serán:

- Cable de comunicaciones de fibra óptica entre los inversores y el PC.
- Tarjetas de entradas analógicas en los inversores para la lectura de variables meteorológicas externas provenientes de la estación meteorológica.
- Tarjetas en los inversores para la conexión con el PC.

En la sala de control del promotor se instalará un PC para visualizar las variables de la instalación y gestionarla lo más eficientemente posible. En el PC se instalará un software que permita la integración de inversores y dispositivos para el control bajo un mismo software. Este software posibilita:

- Configuración individual de cada uno de los inversores de la instalación.
- Visualización on-line de las variables internas del inversor.
- Visualización de todos los inversores de la planta en una misma pantalla.
- Posibilidad de captura y archivo en disco del histórico de datos.
- Representación del histórico de datos en forma de tablas o gráficas de diversos tipos.
- Almacenamiento de datos.
- Módem configurable para el envío de alarmas por SMS.

La relación de variables visualizables on-line y que son memorizadas por el inversor son las siguientes:



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colegiado nº 0066330

VISADO

01. MEMORIA

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los paneles solares.
- Corriente y potencia de los paneles solares.
- Corriente y potencia de salida a la red.
- Coseno de Phi.
- Signo del seno de Phi.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Fecha y hora actual.

En el display informativo aparecen los parámetros más importantes de la instalación:

- Energía acumulada.
- Energía diaria.
- Potencia instantánea.
- Irradiancia.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del viento.

El fondo de pantalla es personalizable y la presentación de datos en pantallas en formato TFT, LCD, etc.

El sistema de control será el encargado de adquirir los datos desde los PLCs de campo, visualizarlos y almacenarlos, además, estará comunicado con el SCADA del despacho de producción de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la planta.

Con la información suministrada por la red de PLCs, el sistema local de supervisión y mando SCADA tendrá una visión completa del estado de la planta y permitirá un mejor



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

aprovechamiento de la misma, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización de un equipo y la correspondiente pérdida de producción.

13.8.4 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica a instalar tiene como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Se instalará al menos 6 estaciones meteorológicas, disponiéndose de piranómetros en al menos dos puntos extremos de la planta. Constarán de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

Cada estación meteorológica contendrá:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central. Opción GPRS-IP.
- Registro de parámetros en data-logger.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standard en el plano de los módulos, según el movimiento del seguidor.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro Secondary Standard situado en el plano horizontal.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire.
- Torreta y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1,5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- Células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos.
- Pluviómetro.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Veleta y Anemómetro.
- Barómetro.
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones.
- La estación dispondrá de un sistema de panel fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares.

13.8.5 ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación perimetral de la planta consistirá básicamente en tres subsistemas, iluminación estándar, iluminación emergencia e iluminación sorpresiva. La primera proveerá la iluminación necesaria en condiciones normales de operación de la planta, mientras que la segunda proporcionará la iluminación suficiente para casos de emergencia. La iluminación sorpresiva se activará en condiciones de vigilancia y seguridad.

Los sistemas estarán alimentados desde el Power Block más próximo y controlados desde la sala de control en el edificio de O&M.

La iluminación estándar estará formada principalmente por el conjunto de báculos luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección necesario para conseguir una iluminación mínima de 5 lux.

La iluminación de emergencia estará formada principalmente por el conjunto de luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección, que responderán al modo de operación no permanente, es decir, la fuente lumínica sólo está encendida cuando falla la alimentación de alumbrado normal. La iluminación necesaria para la ruta de evacuación será de mínimo 1 lux, siendo en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado de mínimo 5 lux.

La iluminación sorpresiva estará formada principalmente por el conjunto de báculos, luminarias y cableado de fuerza y tierra de protección necesario para conseguir una iluminación mínima de 15 lux.

13.9 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, el cableado cumplirá los puntos siguientes:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC tendrán la sección suficiente para que la caída



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026339

VISADO

01. MEMORIA

de tensión sea inferior del 2% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

13.9.1 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN

El cableado de BT que discorra al aire deberá ser de calidad solar, es decir, soportar la radiación solar directa sin sufrir daño o deterioro, poder trabajar de forma continua a 120 °C y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 35 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y están especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección clase II.

De forma general, las características que permiten considerar un equipo como perteneciente a la Clase II, aparato con doble aislamiento eléctrico, es uno que ha sido diseñado de tal forma que no requiere una toma a tierra de seguridad eléctrica.

13.9.1.1 CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

Deben cumplir las normas y leyes Nacionales y resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales.

El cable solar está especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, siendo cable no propagador de la llama, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

El cable solar a utilizar será unipolar de Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible). Se podrá utilizar cable de tipo solar **ZZ-F** según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

El cable solar tendrá las siguientes características mínimas:

- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
- Baja emisión de humos, según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Vida útil 30 años, según UNE-EN 60216-2.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº
00263

VISADO

01. MEMORIA

También se podrá utilizar cable de tipo solar **H1Z2Z2-K** 1,5/1,5 1kV(1,8)kV DC según normas EN 50618 / IEC 62930 / TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502. El cable solar tendrá las siguientes características mínimas:

- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- No propagación del incendio, según EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754 e IEC 60754.
- Baja emisión de humos, según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Vida útil 30 años, según UNE-EN 60216-2.
- Resistencia a los rayos ultravioleta, según EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Cada rama del generador fotovoltaico está compuesta por módulos conectados en serie. Los módulos vendrán unidos por sus propios cables, salvo el primer y último módulo de la rama cuyo positivo y negativo llegan hasta la primera caja de protecciones CC. Los cables de string podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

Desde la caja de protecciones hasta el inversor, se dispondrá del tipo de cable RV Al 0,6/1 kV de material aluminio. En algunos casos, duplicando circuitos para minimizar las caídas de tensión.

- Aislamiento mínimo 1,5 kV_{CC}.
- Aislamiento XLPE.
- Cubierta PVC 120 °C.
- Resistencia a la abrasión.
- Rango de trabajo: -40 °C a +120 °C.
- Temperatura de cortocircuito 200 °C.

13.9.1.2 CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA

La interconexión entre los inversores y el transformador de un mismo bloque será suministrada por el fabricante del inversor, puesto que se instalará un skid completo, con toda la interconexión eléctrica necesaria.

Para las alimentaciones auxiliares se utilizará cable de cobre de 0,6/1 kV y se calculará según el REBT.

01. MEMORIA

13.9.2 CABLEADO DE ALTA TENSIÓN

Cada uno de los circuitos discurren subterráneos por el lateral de los caminos o entre filas de estructura enlazando las celdas de cada CT con las celdas de 30 kV de la subestación. Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x35 mm² en cobre desnudo, que une los CTs entre sí y con la puesta a tierra general.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de AT, se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control de la planta fotovoltaica.

- Se utilizarán cables de aluminio con aislamiento HEPR 18/30 kV y secciones 95, 150, 240, 400, 500, 630 mm².
- Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión, así como los impuestos por la compañía eléctrica.
- Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS).
- Montaje subterráneo entre PB's, con arena de río y placa de señalización.
- No se colocarán empalmes entre tramos que conecten PB's.

13.9.3 CABLEADO DE COMUNICACIÓN

Los cables de transmisión de datos deberán resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

- En el caso de comunicaciones por fibra óptica se utilizará fibra óptica monomodo 9/125.
- Todos los cables de comunicación irán protegidos bajo tubo de PVC.
- La FO monomodo podrá ir sin entubar siempre y cuando la cubierta del cable esté preparada para ello.

13.9.4 CABLEADO DE TIERRA

La puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa transportista, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de transporte.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y las instalaciones fotovoltaicas, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones, con base en el desarrollo tecnológico.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa transportista de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para baja tensión, así como de las masas del resto del suministro.

Para la red de tierras de protección de BT se realizará un mallado a base de cable de Cu de 35 mm² desnudo para ir conectando a él todas las estructuras metálicas (estructuras soporte, carcasas de cuadros, bandejas porta cables, etc). De cada anillo bajará un cable desnudo de 35 mm² en la que irá conectada una pica de puesta a tierra.

Las cajas de protección de continua se conectarán con cable de Cu de 35 mm² desnudo.

Para justificar que la resistencia a tierra (Rt) es lo suficientemente baja se cumplirá lo especificado en los reglamentos. Cuando finalice la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto y se asegurará que su valor sea inferior a los valores marcados por la MIE-RAT-13.

13.9.5 CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos desarrollados.

Se entregará declaración de conformidad certificado IP, de tensión de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Deberán marcarse los componentes del cuadro, así como sus cables según lo especificado en los planos desarrollados. Respecto a éstos se respetarán los colores prescritos en la normativa

Dichos cuadros tendrán las siguientes características:

- Para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.
- Serán auto extingüibles.
- Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Resistentes a la temperatura: -40 ° C y 100 horas a + 150 ° C.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
6026330

VISADO

01. MEMORIA

- En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
- No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- Todos los armarios dispondrán de una borna o barra de conexión a tierra.
- Las bornas que se empleen en la parte CC serán capaces de soportar una tensión de al menos 1.500 V_{cc}.
- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc.) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

13.9.5.1 CAJAS DE CORRIENTE CONTINUA

Las cajas tendrán las siguientes características:

- Tensión de aislamiento de 1,5 kV.
- Las bases serán accesibles y maniobrables una vez los cuadros estén cableados.
- Número mínimo de entradas CC 6. Sección de cable recomendada mínimo 95 mm².
- Sección máxima de salida CC 300 mm². En algunos casos más de un circuito.
- Portafusibles seccionables:
 - Seccionables manualmente.
 - Fusibles para continua.
 - Tensión de empleo 1.500 Vcc.
- Seccionador de corte en carga:
 - 1.500 Vcc tensión de funcionamiento.
 - Intensidad nominal 80-400 A.
 - Apertura/Cierre Manual (en local).
- Cumplirán todas las especificaciones de las normas:
 - UNE-EN relativa a los cuadros eléctricos de baja tensión.

01. MEMORIA

- ETG-1020 de sismicidad de Endesa-Ingendesa e IEEE Std 693-1997 en la condición de high Seismic Performance Level.

13.9.5.2 CAJAS DE CORRIENTE ALTERNA

A la salida de los inversores se dispondrá de magnetotérmico, es decir, elementos de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y elemento de corte en carga.

Cumplirán todas las especificaciones de las normas:

- UNE-EN relativa a los Cuadros eléctricos de baja tensión.

13.9.5.3 EQUIPOS DE MEDIDA Y PROTECCIÓN

Equipos medida

En Alta Tensión se instalará un Equipo de Medida Totalizadora bidireccional y estará dotado de Módem de comunicaciones para telemedida.

Protecciones

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente según Real Decreto 1699/2011 y 1955/2000, así como con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluyendo lo siguiente:

- Interruptor general de apertura manual en el punto de conexión, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual.
- Interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte de continua de la instalación.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes:
 - Protección de mínima tensión, uno por fase, ajustados a 0,85 Um en instantáneo. Puede estar incorporado en el inversor.
 - Protección de máxima tensión, ajustado a 1,1 Um. Puede estar incorporado en el inversor.
- Un relé de máxima y mínima frecuencia, ajustado a 51 y 49 Hz. Puede estar incorporado en el inversor.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

13.10 PUESTA A TIERRA

El sistema de puesta a tierra se proyectará de forma que cumpla los siguientes requisitos:

- Garantizar la seguridad de las personas.
- Presentar una resistencia mecánica suficiente y resistencia a la corrosión.
- Ser capaz de soportar, desde un punto de vista térmico, la mayor corriente de falta.
- Evitar daños a componentes y equipos eléctricos.

La red de tierra de la instalación fotovoltaica será única y equipotencial, estará formada por un cable de cobre desnudo de 35 mm² enterrado reforzado con picas metálicas, de 2cm de diámetro y longitud 2,0 metros, que discurrirá por toda la planta formando una malla a la que irán conectados todas las estructuras y partes metálicas de la instalación, así como los anillos de puesta a tierra de los bloques de potencia, del edificio de O&M, las cajas seccionadoras, cuadros eléctricos y vallado.

Las partes metálicas de la estructura se conectarán entre sí mediante conexiones con cable desnudo de cobre estañado, aluminio o acero, o bien con cable de cobre aislado, proporcionando continuidad eléctrica a toda la estructura, formando una masa única, de acuerdo con la IEC 60364-5-54. Las picas ("patas") de la estructura del seguidor están enterradas a más de 1 m de profundidad siendo electrodos de puesta a tierra, y formarán parte del sistema de puesta a tierra.

Los siguientes elementos se deben conectar al sistema de tierras:

- Estructura y partes metálicas.
- Los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos, si los llevan, pese a que sean de clase de protección II y se consideren aislados de tierra, estarán puestos a tierra por contacto de los perfiles metálicos de la estructura a través de la tornillería específica.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Cuadros eléctricos de baja tensión de SSAA de los bloques de potencia y cuadro de alimentación del edificio de O&M.
- Envoltentes metálicas (inversores, celdas, cabinas, vallado y cualquier caja que sea metálica).

Para los bloques de potencia (conjunto inversores/transformador), la configuración de la puesta a tierra se compone de un anillo de cobre desnudo 95 mm² directamente enterrado alrededor de todo el conjunto, con varias picas de cobre adicionales; entre 4 a 8 picas por cada anillo.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
00263300
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº

VISADO

01. MEMORIA

Por la canalización de alta tensión que conecte Power Blocks entre sí se prevé la instalación de cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección que conecte a la tierra general.

El vallado metálico será conectado a tierra mediante latiguillos de cobre de 16 mm² a un conductor de tierra de cobre de 35 mm² que seguirá el trazado del vallado y discurrirá por la zanja perimetral, instalándose picas cada 50 metros. El conductor de puesta a tierra perimetral formará parte de la tierra general.

De forma general, las envolventes metálicas de todos los equipos (inversor, transformador, celdas AT) se ponen a tierra mediante un latiguillo de puesta a tierra que se conecta a una pletina de cobre común. Las alimentaciones de los cuadros de servicios auxiliares, así como las protecciones diferenciales se ponen a tierra mediante el empleo del latiguillo de cobre aislado específico y se conectan a la pletina común de puesta a tierra. Esta pletina se conecta directamente al anillo de puesta a tierra mediante una unión electrosoldada.

La puesta a tierra de la planta fotovoltaica quedará conectada a la puesta a tierra de la subestación mediante un conductor de acompañamiento que discurrirá por la zanja de la línea de evacuación. Este conductor de acompañamiento también discurrirá por las canalizaciones que enlazan las celdas de los CT's. Por lo tanto, se prevé la instalación de:

- Cable desnudo 35 mm² de puesta a tierra conectado a la tierra general de la planta fotovoltaica y conectado en el extremo de la subestación.
- Para la malla de los cables de alta tensión, igualmente se conectará a la tierra general en el lado de la planta fotovoltaica y en el extremo de la subestación mediante conexión cross-bonded.

Las plataformas de los bloques de potencia (Power Block), se conectan directamente a tierra mediante cable de cobre desnudo conectándolo al anillo con una unión electrosoldada. Las conexiones de estas plataformas serán redundantes y como mínimo conectarán a la tierra general en dos puntos diferentes.

13.11 SISTEMA DE PARARRAYOS

La planta fotovoltaica contará con un sistema de protección externa e interna frente al rayo que proporcione protección y seguridad suficiente como para que los equipos no queden dañados.

Para la protección externa, se prevé la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado que cubran el área de los alrededores de los Power Blocks, intentando cubrir la mayor superficie posible y dando prioridad a la protección de los elementos más sensibles y costosos, en este caso, los inversores.

01. MEMORIA

Para la protección interna, está prevista la instalación de descargadores de tensión en las string box, y a la entrada y salida del inversor. En cada una de estas zonas se deberán instalar la protección contra sobretensiones transitorias más adecuada.

Deberán ser instalados por encima del elemento de mayor altura, esto son, el techo de los Power Block en unas zonas, y la parte superior de las estaciones meteorológicas en otras. La altura mínima de instalación será de 5 metros y siempre deberá quedar como mínimo 2 metros por encima del elemento más alto. La instalación se realizará mediante un mástil de longitud 5 metros. El dispositivo de cebado conectará con las picas de tierra mediante un cable de cobre de sección mínima 50 mm² que quedará instalado dentro de un tubo aislado de PVC.

Cada pararrayos dispondrá de su propia puesta a tierra que se unirá a la red general mediante un dispositivo tipo vía de chispas, ofreciendo aislamiento entre ambas redes en condiciones normales de operación, y ofreciendo conducción en condiciones de sobretensión.

La puesta a tierra del pararrayos se realizará mediante tres picas ubicadas en una arqueta próxima, de longitud mínima 2,0 m, dispuestas formando un triángulo, siendo considerada esta configuración la mejor para disipar con rapidez la corriente tipo impulso del rayo. La resistencia máxima admitida de forma individual para la puesta a tierra será de 10 ohmios.

Se instalará un contador de descargas en la parte inferior de la bajante de cada dispositivo de protección externo de la planta.

13.12 SEGURIDAD

Se instalará un sistema de seguridad para evitar posibles robos del material de la instalación. El sistema de seguridad perimetral persigue evitar la intrusión de personas y/o vehículos al recinto que delimita la planta solar.

El objetivo fundamental de este sistema es proporcionar un perímetro hermético en el mayor grado posible que permita detectar cualquier intento de intrusión en el perímetro restringido.

Este sistema estará formado por los siguientes elementos clave:

- Detección de movimiento, que activará una alarma y tendrá capacidad para redirigir las cámaras. La detección de movimiento podrá estar instalada a lo largo del vallado, o bien, deberá cubrir el área entre el vallado y el campo solar.
- También se podrán utilizar columnas con barreras de microondas o barreras de Infrarrojos.

Se dispondrán cámaras de inspección en todos los siguientes lugares:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0066330
VISADO

01. MEMORIA

- Perimetrales, que permitan la visualización de todo el perímetro de la planta.
- Junto a la entrada de la planta, el centro de control y el almacén, incluyendo lugares clave.
- Todas las cámaras instaladas tendrán la posibilidad de acceso en remoto a la visualización de la instalación.
- La instalación estará vigilada las 24 h mediante una central de recepción de alarmas, que estará directamente comunicada con el personal de la planta.



Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

14 DESCRIPCIÓN DE LAS LINEAS DE ALTA TENSIÓN 30 kV

Las líneas de alta tensión objeto del presente proyecto se pueden clasificar en líneas interiores a la planta fotovoltaica y en líneas de evacuación.

14.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES COMUNES

Las características comunes de las líneas son las siguientes:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| - Clase de corriente | alterna trifásica |
| - Frecuencia | 50 Hz |
| - Tensión nominal | 30 kV |
| - Tensión más elevada material | 36 kV |
| - Clasificación instalación | Tercera Categoría (>1 kV y ≤ 30 kV) |
| - Categoría red (UNE 211435) | A (despeje cortocircuitos < 1 min) |
| - Instalación | Directamente enterradas |

14.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Cables de alta tensión

Los cables empleados tendrán las siguientes características generales:

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| - Norma aplicable: | UNE HD 620 / RLAT-ITC 06 |
| - Tensión asignada: | 18/30 kV |
| - Tensión soportada impulso: | 170 kV |
| - Conductor: | Aluminio compacto clase 2 |
| - Aislamiento: | HEPR |
| - Pantalla: | Cobre 16 mm ² |
| - Cubierta: | Normal DMZ1 |
| - Temperatura máxima de operación: | 105 °C |

Las características de un conductor de aluminio de 240 mm² son las siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documentos registrados con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

01. MEMORIA

- Sección: 240 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,168 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,109 Ω/km
- Capacidad: 0,301 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 365 A

Las características de un conductor de aluminio de 400 mm² son las siguientes:

- Sección: 400 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,107 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,102 Ω/km
- Capacidad: 0,367 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 470 A

Las características de un conductor de aluminio de 630 mm² son las siguientes:

- Sección: 630 mm²
- Resistencia a 105 °C: 0,062 Ω/km
- Reactancia (al tresbolillo): 0,095 Ω/km
- Capacidad: 0,443 μF/km
- Intensidad máxima admisible: 615 A

La intensidad máxima admisible anterior es considerando conductores directamente enterrados a 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica 1,5 mK/W y temperatura 25 °C.

Cable de comunicaciones

Se instalará un cable de comunicaciones por fibra óptica de 48 fibras monomodo 9/125 μm. El cable irá protegido bajo tubo de PVC de 40 mm de diámetro en toda la longitud de la línea.

Conductor de tierra



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

Se instalará un conductor de tierra de acompañamiento a lo largo de toda la longitud de la línea. El conductor será de cobre desnudo de 35 mm² y los empalmes que sean necesarios se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Accesorios

Los terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.) Los terminales se instalarán siguiendo las instrucciones del fabricante y según la sección adecuada de cada conductor.

14.3 LÍNEAS ALTA TENSIÓN 30 kV INTERIORES

Las líneas de alta tensión interiores unirán los Power Blocks entre sí.

La planta fotovoltaica estará formada por 20 bloques de potencia, trece de 5 MVA cada uno y siete de 2,5 MVA cada uno. Los bloques de potencia se conectan a través de 5 circuitos de 30 kV. El edificio de operación y mantenimiento recibirá suministro eléctrico desde uno de los Power Block. Los circuitos agrupan los bloques de potencia de la siguiente forma:

LINEA	TRAMO		LONGITUD (m)	SECCIÓN (mm ²)	POTENCIA (kVA)
	INICIO	FIN			
O&M	PB08	O&M	33	3x1x240	250
L11	PB11	PB12	249	3x1x240	10000
	PB12	PB13	252	3x1x240	5000
L12	PB18	PB16	279	3x1x240	12500
	PB16	PB15	212	3x1x240	5000
	PB16	PB09	918	3x1x240	5000
L13	PB10	PB07	201	3x1x240	12500
	PB10	PB08	538	3x1x240	10000
	PB08	PB06	332	3x1x240	7500
	PB06	PB01	1135	3x1x240	2500
L14	PB05	PB04	178	3x1x240	5000
	PB05	PB03	426	3x1x240	7500
	PB03	PB02	377	3x1x240	2500
L15	PB20	PB19	321	3x1x240	12500
	PB19	PB17	292	3x1x240	7500
	PB17	PB14	726	3x1x240	2500

Tabla 20: Resumen líneas alta tensión interiores.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
082630

VISADO

15 OBRA CIVIL

Los materiales y elementos que debe integrar la obra o que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se registrarán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales.

La obra civil para la construcción de la planta solar fotovoltaica consistirá en:

- Preparación del terreno y limpieza del terreno: desbroce, eliminación de la capa superficial, excavaciones, movimiento de tierras (terraplenado, etc.) y eliminación del material excedente.
- Ejecución de los accesos a la instalación y de caminos interiores aptos para el tránsito de vehículos.
- Excavación de zanjas.
- Realización de los hincamientos, o cimentaciones en caso de necesidad debido al terreno, para los seguidores.
- Realización de las cimentaciones del edificio O&M, bloques de potencia y cajas/cuadros eléctricos.
- Construcción del vallado perimetral.
- Construcción del sistema de drenaje.

15.1 MOVIMIENTO DE TIERRA

Una vez que el proyecto sea autorizado y antes de la construcción del mismo, se llevará a cabo un levantamiento topográfico “in situ” de precisión, así como un estudio geotécnico para determinar cuáles son las características exactas del terreno. Una vez finalizado dicho estudio y en función de los resultados se realizarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria.

Se realizará una aportación de una capa de zahorra o material de aporte externo de 20 cm en los viales interiores, perimetrales, en las zonas de ubicación de casetas, centros, etc. y lugares que lo requieran para garantizar, de este modo, la calidad mínima del terreno en toda la superficie.

En los casos con afloramientos se realizará el descabezado de estos.

Teniendo en cuenta que, siempre que se pueda, se deberá respetar al máximo la orografía natural del terreno.

15.2 ACCESOS Y CAMINOS



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

Se accede al emplazamiento a través de la carretera CM-2004, que comunica Pozo de Guadalajara con Pioz y, a partir de este pueblo, por caminos rurales que dan acceso a las parcelas consideradas.

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución y posterior mantenimiento de la instalación.

La composición de la carretera y caminos debe estar definida de acuerdo a las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

Los caminos de la planta contendrán una base de grava y una capa de estabilizado. Se evitará la formación de charcos y balsas en los laterales del camino. En caso de ser necesario, se realizarán cunetas de drenaje del agua y se realizará un camino perimetral con un espesor mínimo de 20 cm.

Para permitir el acceso a la instalación fotovoltaica no se requiere de acondicionamiento de los viales externos existentes (caminos públicos), actualmente se encuentran en buenas condiciones; no obstante, de forma previa al inicio de los trabajos de construcción se deberá valorar su estado.

En el interior del recinto se ejecutarán viales para permitir el acceso de vehículos a los diferentes edificios de la planta y a los inversores. Estarán compuestos por una base de grava y una capa de estabilizado, evitando la creación de charcos y bolsas de agua en los laterales, incluso se realizarán cunetas de drenaje en caso de ser necesario. Se estiman 23.319 m lineales de caminos internos.

El ancho de los caminos internos será de 6 m y se deberán respetar los caminos existentes, excepcionalmente se prevé el desplazamiento de caminos, previo consentimiento del ayuntamiento, facilitando siempre una alternativa de tránsito.

15.3 CANALIZACIONES

15.3.1 CANALIZACIONES AT

Los cables aislados subterráneos en canalización enterrada deberán cumplir los requisitos señalados en el presente apartado (según ITC-LAT-06) y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de AT.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0028333

VISADO

01. MEMORIA

Los conductores irán directamente alojados en zanjas de dimensiones en función de los circuitos a alojar, la profundidad mínima de la terna de cables más próxima a la superficie del suelo será de 1 m. Estas dimensiones se considerarán mínimas, debiendo ser modificadas al alza, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios en la vía pública, en cumplimiento de las exigencias reglamentarias para paralelismos y cruzamientos con los mencionados servicios.

Los cables unipolares correspondientes a un mismo circuito serán embridados utilizando bridas de poliamida.

Sobre el fondo de la zanja se dispondrá una capa de arena fina lavada de espesor no inferior a 5 cm sobre la que se colocarán los conductores, teniendo en cuenta que la separación mínima entre circuitos será 20 cm.

Se procederá al relleno de la zanja con aplicación de arena fina lavada hasta una altura no inferior a 30 cm por encima de los conductores estando colocados los circuitos en el mismo plano horizontal.

A continuación, se instalarán placas de protección mecánica de polietileno. El número de placas de protección a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán placas en paralelo sin separación entre ellas en el número necesario para cubrir la anchura de proyección de los conductores. Cuando existan tubos de reserva estos harán las veces de protección mecánica.

A continuación, se realizará el compactado mecánico, empleándose el tipo de tierra y las tongadas adecuadas para conseguir un próctor del 95%.

Al menos a 40 cm por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado se instalarán de forma longitudinal a la zanja las cintas de señalización que advierta de la presencia de la línea. La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, será de 15 cm de ancho y llevará impresa una leyenda advirtiendo de la presencia de cables eléctricos así como la señal de riesgo eléctrico. El número de cintas de señalización a instalar será generalmente de una, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, donde se instalarán varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubra la anchura de proyección de los conductores.

Finalmente se rellenará la zanja, continuando con el compactado hasta el nivel del terreno si no es necesaria la reposición de firme existente previamente a la apertura.

En caso de zanjas en calzada, el relleno se realizará hasta una cota 28 cm inferior a la de la superficie del firme, procediendo a la aplicación de una capa de hormigón en masa de espesor 22 cm y finalmente la reposición del firme de acabado en las condiciones existentes previamente a la apertura.

Las zanjas en tierra, aceras y calzadas pavimentadas, en general, se rellenarán con zahorra o tierra en tongadas de 15 cm, compactadas hasta una densidad del 95% del "Ensayo Próctor",



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ
0023334

VISADO

01. MEMORIA

evitándose el uso de la tierra procedente de la excavación. El tapado de la zanja se hará por capas sucesivas de 0,15 m de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado.

En zanjas que discurran por calzada pavimentada, en la confección de la solera previa al firme de acabado se empleará hormigón del tipo HNE-15, apto para rellenos y aplicaciones no estructurales, de resistencia a la compresión mayor o igual a 15 N/mm².

Cuando se trate de zanjas en calzadas pavimentadas, en general, se procederá, una vez recortado el pavimento con sierra de disco, en línea recta y con una anchura uniforme, a efectuar un riego de adherencia con betún asfáltico y al extendido y compactado de una capa de aglomerado asfáltico en caliente de las mismas características que el existente previamente a la apertura de la zanja, dejando la rasante idéntica a la primitiva, sin ninguna deformación ni forma especial. Cuando el pavimento de rodadura primitivo no sea de aglomerado asfáltico, la reposición se hará con materiales idénticos a los existentes con anterioridad a la rotura del mismo y colocados de forma análoga a la primitiva.

Con carácter general, en cuestiones relacionadas con los materiales de hormigonado, de relleno y de reposición del pavimento, se estará a lo dispuesto por los organismos oficiales y titulares del dominio público que se trate.

En los puntos donde se produzcan cambios de dirección, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos. El número y ubicación de las arquetas se definirá en fase de ejecución de obra.

Las arquetas estarán realizadas con ladrillo u hormigón, dispondrán de tapa de fundición resistente al paso de vehículos y tendrán las siguientes dimensiones:

- Arqueta de tiro o cambio de dirección: 1000 x 1000 mm con reducción a 600 mm de diámetro para tapa de fundición.

Los tubos serán de plástico corrugado, y exentos de halógenos para protección mecánica.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

15.3.1.1 ZANJAS TIPO AT

En esta instalación se tienen distintos tipos de zanja que cumplirán con las indicaciones marcadas en el apartado anterior.

01. MEMORIA

Los distintos tipos de zanjas utilizados serán:

Los distintos tipos de zanjas utilizados serán:

- Zanja AT-A1 1 terna más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección. Discurrirá por el interior de la planta salvo en los cruces de caminos.
- Zanja AT-A2 2 ternas más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A3 3 ternas más cable de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A4 4 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,60 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A5 5 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A6 6 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A7 7 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-A8 8 ternas más 2 cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada de tierra con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, donde irán alojados dos cables para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que harán las veces de protección junto con una placa de protección.
- Zanja AT-B1 de cruce de calzada/camino de 1 terna con una terna dentro de tubo de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90

01. MEMORIA

mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,80 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.

- Zanja AT-B2 de cruce de calzada de 2 ternas con dos ternas dentro de dos tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y el otro de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 0,80 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B3 de cruce de calzada de 3 ternas con tres ternas dentro de tres tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y 1 tubo de diámetro 90 mm para el cable de tierra y 2 tubos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B4 de cruce de calzada de 4 ternas con cuatro ternas dentro de cuatro tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B5 de cruce de calzada de 5 ternas con cinco ternas dentro de cinco tubos de diámetro 200 mm con un tubo de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,20 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B6 de cruce de calzada de 6 ternas con seis ternas dentro de seis tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B7 de cruce de calzada de 7 ternas con siete ternas dentro de siete tubos de diámetro 200 mm con tres tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.
- Zanja AT-B8 de cruce de calzada de 8 ternas con ocho ternas dentro de ocho tubos de diámetro 200 mm con dos tubos de reserva de diámetro 200 mm, y dos tubos de diámetro 90 mm para el cable de tierra y otros dos de diámetro 40 mm para telecomunicaciones, con una profundidad de 1,60 m y anchura de 1,00 m totalmente relleno de hormigón HNE-15.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLCJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 00630

VISADO

01. MEMORIA

- Zanja AT-C1 1 terna más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C2 2 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,60 m, con un tubo para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irá alojado un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar, que hará las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C3 3 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,20 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C4 4 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,60 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C5 5 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C6 6 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 0,80 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.
- Zanja AT-C7 7 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 066330

VISADO

01. MEMORIA

protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.

- Zanja AT-C8 8 ternas más cables de tierra de cobre Cu 35 mm² directamente enterradas en calzada pavimentada con una profundidad total de 1,60 m y anchura de 1,00 m, con dos tubos para telecomunicaciones de diámetro 40 mm, donde irán alojados un cable para FO del tipo OSGZ de 48 fibras o similar en cada tubo, que harán las veces de protección junto con una placa de protección, losa de hormigón y pavimento correspondiente.

15.3.2 CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTO Y PARALELISMO

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no se debe considerar este método como aplicable de forma habitual dada su complejidad.

15.3.2.1 CRUZAMIENTOS

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones de los cruzamientos de cables subterráneos de AT.

La canalización entubada a emplear cumplirá con lo indicado en el apartado correspondiente y además con los requisitos particulares para cada tipo de cruzamiento indicados a continuación.

Con calles, caminos y carreteras: en los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las siguientes instrucciones.

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m. En este proyecto la profundidad se fija en 0,8 m.

Los cruces de calzadas se realizarán a cielo abierto (salvo que se indique lo contrario) y siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Con ferrocarriles: los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 m respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

En este proyecto no se prevén cruces con ferrocarriles.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado, nº 12630

VISADO

01. MEMORIA

Con otras conducciones de energía eléctrica: siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los cables de baja tensión. La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

Con cables de telecomunicación: la separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

Con canalizaciones de agua: los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para diámetros superiores a 140 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

Con canalizaciones de gas: en los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla A1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla A1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 000263300

VISADO

01. MEMORIA

Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 21: Cruzamientos.

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

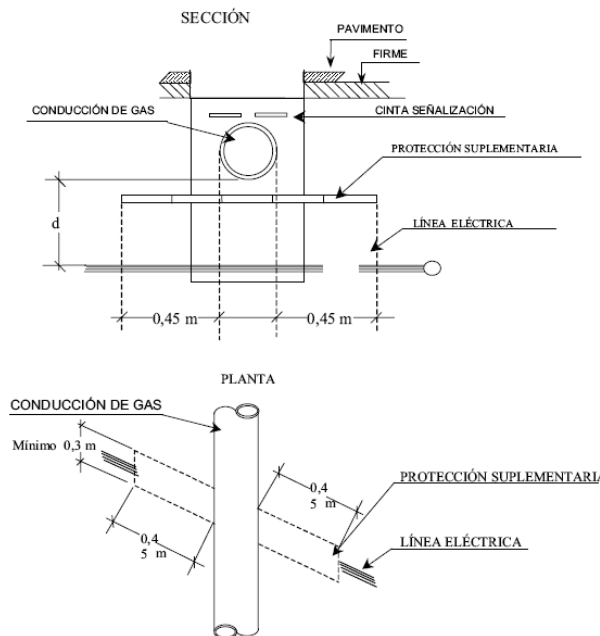


Ilustración 4: Cruzamientos

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, y por lo tanto no serán de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con conducciones de alcantarillado: se procurará pasar por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible se pasará por debajo y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la

01. MEMORIA

compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con depósitos de carburante: los cables se dispondrán dentro de tubos, de las características indicadas o conductos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten para un diámetro superior a 140 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

15.3.2.2 PROXIMIDADES Y PARALELISMOS

Los cables subterráneos de AT, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Con otros conductores de energía eléctrica: los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se tienda en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con cables de telecomunicación: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Con canalizaciones de agua: la distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal y, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA BERNÁNDEZ
Colegiado nº 42680

VISADO

01. MEMORIA

Con canalizaciones gas: en los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla B1. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla B1. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica.

La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima sin protección suplementaria	Distancia mínima con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,15 m
Acometida interior	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

Tabla 22: Proximidades y paralelismos.

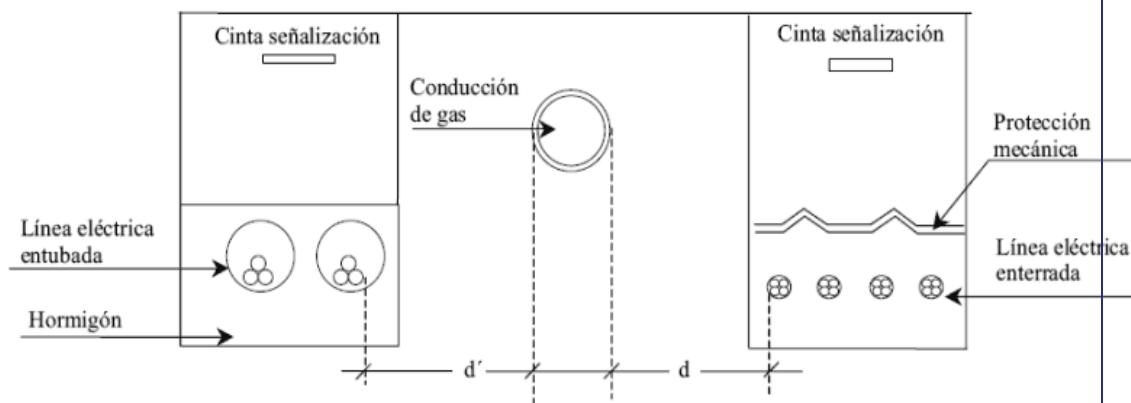


Ilustración 5: Proximidades y paralelismos.

Con conducciones de alcantarillado: se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.

Depósitos de carburantes: los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2,0 m por cada extremo.

01. MEMORIA

Acometidas (conexiones de servicio): en el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporte un impacto de energía, para diámetro exterior del tubo superior a 140 mm, de 40 J.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de BT como de AT en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

15.3.3 CANALIZACIONES BT

Se realizan las canalizaciones que se indican a continuación según las secciones tipo especificadas:

15.3.3.1 ZANJA TIPO EN CALZADA DE TIERRA

Tramo de cables de tubos enterrados:

- BT-AA0-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior.
- BT-AA1-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con un tubo de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386 a 0,45 m de la superficie.
- BT-AA2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.
- BT-AA4-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación y un cable de tierra en su zona inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

Tramo de cables mixto con cables directamente enterrados y con tubos enterrados:

- BT-AB4-2: Zanja de 0,85 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0026330

VISADO

01. MEMORIA

de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán los cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

- BT-AB4-4: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB4-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-2: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 2 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-8: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ
Colegiado nº 2630

VISADO

01. MEMORIA

- BT-AB8-12: Zanja de 1,45 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AB8-12: Zanja de 1,45 m de profundidad y 1,08 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con ocho tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 18 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Tramo de cables directamente enterrados:

- BT-AC0-4: Zanja de 0,95 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 4 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-6: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 6 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con tierras de excavación en su parte superior y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Zanja perimetral:



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0078330

VISADO

01. MEMORIA

- BT-AA2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

15.3.3.2 ZANJA TIPO EN CRUCES EN CALZADA PAVIMENTADA

Tramo de cables de tubos enterrados:

- BT-BA4-0: Zanja de 0,7 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15 en la zona previa a los tubos y tierras de excavación en su parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. Contará con un cable de tierra en su zona inferior.

Tramo de cables mixto con cables directamente enterrados y con tubos enterrados:

- BT-BB4-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15 en la zona previa a los tubos, con tierras de excavación en la zona de los tubos y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con cuatro tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie. A una distancia mínima de la superficie de 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Tramo de cables directamente enterrados:

- BT-AC0-6: Zanja de 1,05 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15, con tierras de excavación en la zona de la placa de protección y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 6 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.
- BT-AC0-12: Zanja de 1,35 m de profundidad y 0,7 m de ancho, relleno con hormigón HNE-15, con tierras de excavación en la zona de la placa de protección y arena en la parte inferior. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y una placa de protección mecánica a 0,30 m de la superficie. A 0,75 m se colocarán las 12 líneas con cables unipolares de baja tensión y en la parte inferior central de la zanja se colocará el cable de tierra, a una distancia de 0,05 m de los cables BT.

Zanja perimetral:

- BT-BD2-0: Zanja de 0,6 m de profundidad y 0,4 m de ancho, relleno con tierras de excavación y hormigón HNE-15. Contará con una baliza señalizadora a una distancia de 0,2 m de la superficie y con dos tubos de PVC de 32 mm de diámetro según UNE 61386, con una separación de 0,19 m entre ellos, a 0,45 m de la superficie.

Los materiales utilizados para canalización de la línea eléctrica subterránea deben cumplir la normativa UNE indicada en el REBT 02 (UNE EN 61386-24, para tubos en instalaciones subterráneas, y con resistencia a compresión mínimo 450 N). Los tubos será AISCAN o similar, de doble pared, con el diámetro nominal indicado.

15.4 ARQUETAS

Para los cables enterrados no se considera necesaria la instalación de arquetas de registro dado que los cables irán directamente enterrados, tanto los de alta tensión como los de baja tensión.

En caso de ser necesario, se instalarán directamente sobre las zanjas de canalización. El fondo de la arqueta estará formado por el propio terreno, exento de suciedad, para facilitar el drenaje. Todas las arquetas irán dotadas de marco y tapa de fundición dúctil. Además, se elevarán sobre el terreno para dificultar la entrada de agua.

Próximo al mástil de los pararrayos está prevista la instalación de arquetas de registro que incluyan un sistema seccionador que permita desconectar la toma de tierra y realizar la medición de su resistencia individual.

15.5 CIMENTACIONES

La cimentación de la estructura se realizará preferencialmente mediante hincado directo al terreno, sin aporte de material, hasta una profundidad suficiente para lograr la estabilidad y resistencia adecuadas, incluyendo hormigonado en los casos que se consideren necesarios según el estudio geotécnico. El estudio geotécnico del terreno y los ensayos de tracción y empujes laterales determinarán la profundidad necesaria. Estas pruebas se realizarán a lo largo de todo el terreno ocupado por el campo fotovoltaico para tener en cuenta la variabilidad en las características del terreno. No obstante, podría ser necesario el hormigonado de los postes en aquellos casos en que se produzca rechazo o se prevean zonas de extrema dureza del terreno, cuyos resultados dependerán del estudio geotécnico del mismo.

Los inversores y transformadores irán apoyados sobre una solera de hormigón armado con malla de acero.

La cimentación de las cajas seccionadoras se realizará sobre zapata de hormigón armado.

01. MEMORIA

Los cuadros de servicios auxiliares serán instalados sobre perfiles en la propia plataforma metálica por lo que no requerirán cimentación.

La cimentación del edificio de control y almacén: se realizará con cimentación superficial mediante zapatas arriostradas de hormigón armado o mediante vigas de hormigón armado 40x40 mm longitudinales.

15.6 VALLADO PERIMETRAL

Todo el recinto de la instalación estará protegido por un cerramiento cinegético realizado con malla anudada de alambre galvanizado. La separación entre los hilos verticales de la malla anudada será de 15 cm, y la distancia entre los horizontales aumentará progresivamente, desde 5-15 cm en la parte inferior, hasta 15-20 cm en la superior. Se mantendrá una distancia mínima al suelo de 15 cm. Deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras. La altura mínima del vallado será de 2,0 m.

Está prevista la instalación de señalización mediante placas rectangulares de un material plástico fabricado en poliestireno, de color blanco y dimensiones aproximadas de 30 x 15 cm. Se colocarán a distintas alturas cada 2 metros.

Los postes serán de tubo de acero galvanizado en caliente, anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm y estarán colocados a una distancia máxima de 3 metros uno de otro.

Las puertas de acceso, como parte del cerramiento perimetral, cumplirán las mismas características de altura. Se instalará una puerta principal motorizada que incluirá una puerta de acceso para peatones.

15.7 SISTEMA DE DRENAJE

Consistirá en varias cunetas, rebajes de caminos y pasos por vallado localizados a lo largo de toda la planta.

Las cunetas estarán constituidas por canales con forma triangular, rectangular o trapezoidal y construidas a través de la excavación del terreno, preferentemente mediante medios mecánicos. La pendiente de las cunetas será tal que ayude a fluir a la corriente de agua. En general, las cunetas se construirán paralelas a los caminos internos.

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo. Se trataría de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas. En cualquier caso, no se realizarán movimientos de tierra que produzcan

01. MEMORIA

alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existente, y se mantendrá un retranqueo mínimo de 15 m a cada lado.

Para los cruces del cauce existente con los viales interiores y las conducciones eléctricas se utilizará el sistema indicado en el Plano de detalle de zanjas (Cruces).

15.8 EDIFICIOS O&M

En la planta fotovoltaica está previsto un edificio para el personal de Operación y Mantenimiento (O&M) que incluirá:

- Oficina para 2 puestos de trabajo.
- Un almacén.
- Centro de control (SCADA).
- Sala de vigilancia.

El edificio se situará en el acceso a la planta, estando adjunto al mismo el almacén.

15.8.1 EDIFICIO DE CONTROL

El edificio se situará en el acceso a la planta y tendrá una superficie útil de 155 m². Contará con al menos dos puestos de trabajo, zona de vestuarios, comedor y área reservada para servidores de sistema de seguridad y video vigilancia.

15.8.2 ALMACÉN

El almacén adjunto tendrá una superficie útil de 205 m², contará con al menos un puesto de trabajo, zona de almacenaje, cuarto de basuras y desecho de materiales. Estará ubicada junto a la sala de control.

La ubicación del edificio de control y del almacén deberá elegirse convenientemente siguiendo diferentes criterios como son facilidad de acceso, mínima distancia de cableados, máxima visibilidad de la instalación, etc.


Teniendo en cuenta que, según el diseño propuesto, la planta podrá estar dividida en diferentes parcelas, se deberá tener en cuenta este aspecto además de los anteriores. En este sentido, lo más recomendable es ubicar, tanto el edificio de control como el almacén, en la misma parcela en la que se sitúe la subestación de salida y conexión a red. Así, una vez se acuerden las condiciones para dicha conexión y se decida la ubicación, se recomienda estudiar la mejor ubicación posible para las dos instalaciones en esa misma parcela.

16 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El plazo previsto para la ejecución y puesta en funcionamiento de la planta fotovoltaica será de 14 meses.

Para la estimación de la duración prevista se debe tener en cuenta los plazos de suministro de los equipos principales, y el orden compatible y lógico de ejecución de las distintas actividades.

A continuación, se presenta el cronograma de ejecución de los trabajos:



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

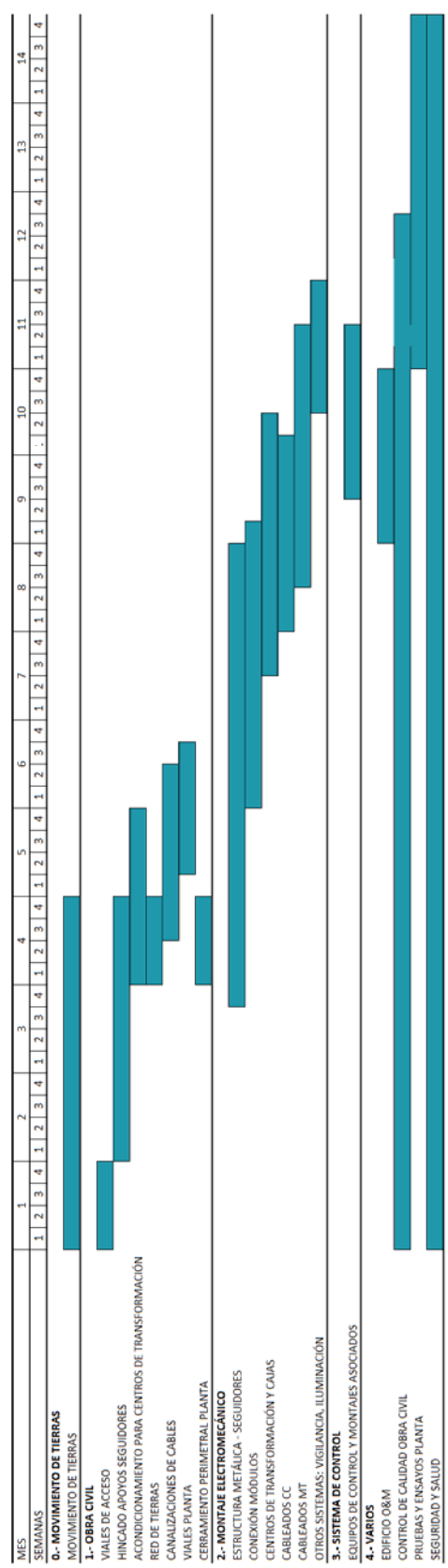


Ilustración 6. Cronograma


PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA FV ABARLOAR SOLAR
87,50 MWp / 73,98 MWn
TT.MM. PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ
(MADRID – COMUNIDAD DE MADRID)
(GUADALAJARA – CASTILLA-LA MANCHA)



ANEXO IV
-
FICHAS TÉCNICAS

ÍNDICE

1	MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	3
2	ESTRUCTURA SOPORTE.....	6
3	INVERSOR.....	9
4	POWER BLOCK 2 INVERSORES.....	15
5	POWER BLOCK 1 INVERSOR	19
6	CABLES AT 30 kV.....	23
7	CABLES BT DC.....	27
8	CABLES BT DC-BUS.....	30
9	PARARRAYOS	33




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

1 MÓDULO FOTOVOLTAICO



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO



HiKu

SUPER HIGH POWER MONO PERC MODULE

425 W ~ 450 W

CS3W-425 | 430 | 435 | 440 | 445 | 450MS

MORE POWER



26 % more power than
conventional modules



Up to 4.5 % lower LCOE
Up to 2.7 % lower system cost



Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax):
-0.36 % / °C



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



Lower internal current,
lower hot spot temperature



Cell crack risk limited in small region,
enhance the module reliability



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*



linear power output warranty*



**enhanced product warranty on materials
and workmanship***

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE (Expected in December, 2019)

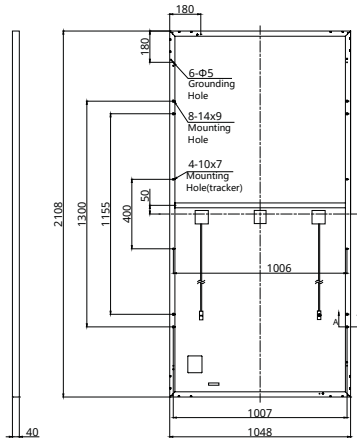
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 36 GW deployed around the world since 2001.

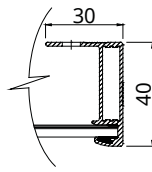
* For detail information, please refer to Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

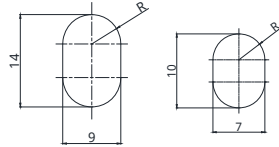
Rear View



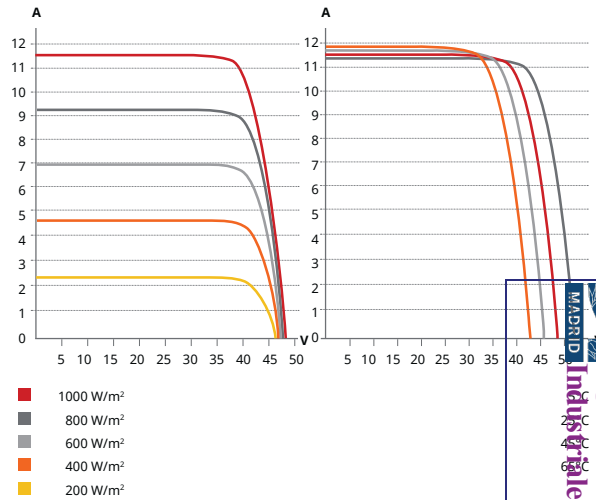
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS3W-435MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3W	425MS	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS
Nominal Max. Power (Pmax)	425 W	430 W	435 W	440 W	445 W	450 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	39.5 V	39.7 V	39.9 V	40.1 V	40.3 V	40.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	10.76 A	10.84 A	10.91 A	10.98 A	11.05 A	11.12 A
Open Circuit Voltage (Voc)	47.7 V	47.9 V	48.1 V	48.3 V	48.5 V	48.7 V
Short Circuit Current (Isc)	11.37 A	11.42 A	11.47 A	11.53 A	11.59 A	11.65 A
Module Efficiency	19.24%	19.46%	19.69%	19.92%	20.14%	20.37%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C					
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)					
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)					
Max. Series Fuse Rating	20 A					
Application Classification	Class A					
Power Tolerance	0 ~ + 5 W					

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3W	425MS	430MS	435MS	440MS	445MS	450MS
Nominal Max. Power (Pmax)	316 W	320 W	324 W	328 W	331 W	335 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.8 V	36.9 V	37.1 V	37.3 V	37.5 V	37.7 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.60 A	8.67 A	8.73 A	8.79 A	8.84 A	8.89 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.7 V	44.9 V	45.1 V	45.3 V	45.5 V	45.6 V
Short Circuit Current (Isc)	9.17 A	9.21 A	9.25 A	9.30 A	9.35 A	9.40 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2108 X 1048 X 40 mm (83.0 X 41.3 X 1.57 in)
Weight	24.9 kg (54.9 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 500 mm (19.7 in) (+) / 350 mm (13.8 in) (-); landscape: 1400 mm (55.1 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	27 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.36 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C


PARTNER SECTION

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

2 ESTRUCTURA SOPORTE



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

KEY DESIGN CRITERIA

- Motor-per-row Architecture
- Smart Component Criteria
- Conservative Engineering
- Steadier Uptime
- Industrial Controller
- No Maintenance Bearings
- Practical Panel Attachment
- Backtracking

VALUE-ADDED BENEFITS

- Optimized structural and electro-mechanical design
- Adapted to exceed local building codes
- High constructability and rapid installation
- Robust structure with 25-year design life
- Astronomical tracking algorithm with backtracking and storm alarm system
- Easy to operate
- Very low maintenance
- Quality, off-the-shelf components
- Integrates with most SCADAs for remote control
- Optimizes solar electricity generation without compromising O&M

INNOVATIVE SOLAR TRACKING SOLUTIONS

PVH is a provider of innovative solar tracking solutions for the global utility-scale solar market. PVH's product lines are designed and engineered by leading industry professionals to deliver the lowest total cost of installation while providing unparalleled customer service and support during all phases of the project.

GLOBAL INSTALLATION BASE

PVH boasts an established international base of installations, earning a successful track record in many of today's leading solar markets. Since 2011 PVH has designed and delivered single-axis trackers in multiple markets worldwide, earning the experience necessary to successfully manage solar tracker installations of any capacity, at any location.

PVH's supply of over 1500MWp+ of optimized solar solutions ensures that your project truly is in the best hands.



Parque Omega, Edificio A

Avda. Barajas 32

28108 Alcobendas, Madrid (Spain)

(+34) 918 310 013 · contact@pvhardware.es



MONOLINE

SINGLE AXIS TRACKER

ML2V-60, ML2V-60B & ML3H-90 versions



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

With its motor-per-row architecture, the Monoline is especially suited for hilly terrain and irregular shaped plots, as well as those with obstacles present. Also with only seven foundations per tracker, provides the EPC with a quicker and less expensive installation.

Bolted structural connections provide generous construction tolerances while also eliminating field welding.

Direct module attachment to rigid steel panel rails eliminate vibratory and thermal expansion and over-torquing risks associated with aluminum sandwich clamps.



Página 6 de 876

PANEL RAILS

HDG Steel or Magnelis, apt for direct module attachment and grounding. Securely attaches panel rails to torque tube.

TORQUE TUBE

Splices made with easy-to-install bolt-on clamps eliminating field welding or time consuming tasks.

GEAR BOX

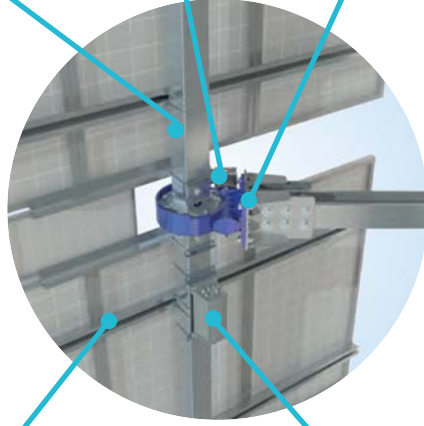
Transfers motive force from motor to slew drive/ 0.37, 0.55, or 0.75hp (depending on row length)

INCLINOMETER

Detects tilt angle of array

TRANSMISSION

Transfers motive force from gear box to torque tube



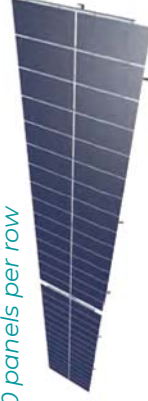
MONOLINE HORIZONTAL SINGLE AXIS TRACKER

In recent years, single-axis trackers have rapidly become the obvious choice for utility-scale PV projects worldwide. The design of PVH's market-tested tracker has been forged during years of experience in the global utility-scale PV market, incorporating over 6 years of lessons learned, earned from the perspectives of multiple stakeholders of such projects. The result is an investment-grade solar tracker that addresses the multiple needs of the Owner and EPC alike, driving down LCOE of solar PV energy.

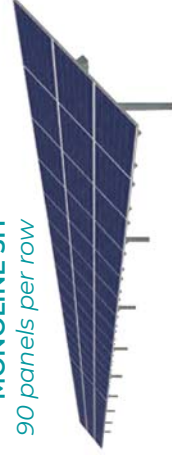
MONOLINE 2V BIFACIAL
60 panels per row



MONOLINE 2V
60 panels per row




MONOLINE 3H
90 panels per row



STRUCTURAL & MECHANICAL SPECIFICATIONS

Tracker Type	Horizontal Single-Axis
Rotational Range	+/-55o
Motor Type	DC Motor
Motors per MWp (355 Wp modules)	46.95 (Monoline2V 60), 31.3 (Monoline 3H)
Modules Supported	Virtually all commercially available modules (adaptable for thin film)
Grade Tolerances	N-S: 3% (8% optional) E-W: Unlimited
Module Configuration	Two modules in portrait / Three modules in landscape
Module Attachment	Direct mount to panel rail (configurable for clips)
Structural Materials	Hot-dipped Galvanized Steel per ASTM A123 or ISO 1461
Allowable Wind Load	Tailored to site specific conditions up to 120mph/193kph
Grounding System	Self-grounded via serrated fixation hardware
'Storm Alarm' Detection System for Sustained High Winds	Yes (from +/-55o to stow, in about 5 minutes)
Wind Speed Sensors	3-cup anemometer
Solar Tracking Method	Astronomical algorithm
Controller Electronics	Central control unit manages up to 200 trackers through serial (rs485) or wireless communication
SCADA Interface	Modbus TCP
Nighttime Stow	Yes (configurable)
Backtracking	Yes
In-field Fabrication Required	No
On-site Training and Commissioning	Yes, included in tracker supply
Standard Warranties	Structure: 10 years Electromechanical components: 3 years
Certifications	USA: UL508 ASCE 7-10, UL3703 includes UL2703 Europe: CE, IEC TS6727
Structural Adaptation to Local Codes & Requirements	Verified by third-party structural engineers

3 INVERSOR



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

SUNNY CENTRAL

2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV



SC-2200-10 / SC-2475-10 / SC-2500-EV-10 / SC-2750-EV-10 / SC-3000-EV-10



Opcionalmente con
'DC coupling ready'
para baterías

Plena potencia
hasta los 35 °C

Eficiente

- Transporte de hasta 4 inversores en el contenedor de flete marítimo estándar
- Posibilidad de sobredimensionado de hasta 225 %
- Plena potencia a temperaturas ambiente de hasta 35 °C

Resistente

- Sistema de refrigeración de aire inteligente OptiCool para una refrigeración eficiente
- Apto para exteriores, para el uso en cualquier parte del mundo y para todas las condiciones ambientales y climáticas

Flexible

- Conformidad con todos los requisitos de red conocidos en todo el mundo
- Modo Statcom nocturno
- Disponible como equipo individual o solución llave en mano, incluido el bloque de media tensión

Cómodo

- Área de conexión de CC mejorada
- Área de conexión para los equipos del cliente
- Soporte de tensión integrado para equipos consumidores internos y externos

SUNNY CENTRAL 2200 / 2475 / 2500-EV / 2750-EV / 3000-EV

El nuevo Sunny Central: más potencia por metro cúbico

Con una potencia de hasta 3000 kVA en tensiones de sistema de CC de 1100 V o 1500 V, el inversor central de SMA permite una planificación más eficiente de la planta y una reducción de los costes específicos en centrales fotovoltaicas. Dispone de un suministro de tensión separado y espacio adicional para instalar los equipos del cliente. Verdadera tecnología de 1500 V y el sistema de refrigeración inteligente OptiCool aseguran un funcionamiento libre de fallos incluso con temperaturas ambiente extremas y una larga vida útil de 25 años.

COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TÉCNICOS
INDUSTRIALES DE MADRID

Documento registrado con el número: 20905900/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHUCIAGDDNOD9
LUIS MICHAEL PINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº
0026330

VISADO

SUNNY CENTRAL 1500 V

Datos técnicos	Sunny Central 2500-EV	Sunny Central 2750-EV	Sunny Central 3000-EV
Entrada (CC)			
Rango de tensión del MPP V_{CC} (a 25 °C / a 35 °C / a 50 °C)	850 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	875 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V	956 V a 1425 V / 1200 V / 1200 V
Tensión de entrada mín. $V_{CC, \text{mín.}}$ / tensión de arranque $V_{CC, \text{arranque}}$	778 V / 928 V	849 V / 999 V	927 V / 1077 V
Tensión de entrada máx. $V_{CC, \text{máx.}}$	1500 V	1500 V	1500 V
Corriente de entrada máx. $I_{CC, \text{máx.}}$ (a 35 °C / a 50 °C)	3200 A / 2956 A	3200 A / 2956 A	3200 A / 2970 A
Corriente de cortocircuito máx.	6400 A	6400 A	6400 A
Número de entradas de CC	24 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas		
Número de entradas de CC con la opción de acoplamiento de CC para baterías	18 protegidos por dos polos (32 protegidos por un polo) para entradas fotovoltaicas y 6 protegidos por dos polos para baterías		
Número máx. de cables de CC por entrada de CC (para cada polaridad)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm²		
Monitorización de zona integrada	○		
Tamaños de fusible de CC disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
Salida (CA)			
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 1$ (a 35°C / a 50°C)	2500 kVA / 2250 kVA	2750 kVA / 2500 kVA	3000 kVA / 2700 kVA
Potencia nominal de CA con $\cos \varphi = 0,8$ (a 35°C / a 50°C)	2000 kW / 1880 kW	2200 kW / 2000 kW	2400 kW / 2160 kW
Corriente nominal de CA $I_{CA, \text{nom}} =$ Corriente máx. de salida $I_{CA, \text{máx.}}$	2624 A	2646 A	2646 A
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal	< 3 % a potencia nominal
Tensión nominal de CA/rango de tensión nominal de CA ^{1) 8)}	550 V / 440 V a 660 V	600 V / 480 V a 690 V	655 V / 524 V a 721 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/47 Hz a 53 Hz 60 Hz/57 Hz a 63 Hz		
Relación mín. de cortocircuito en los bornes de CA ¹⁰⁾	> 2		
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable ^{8) 11)}	● 1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo ○ 1 / 0,0 inductivo a 0,0 capacitivo		
Rendimiento			
Rendimiento máx. ²⁾ /rendimiento europeo ²⁾ /rendimiento californiano ³⁾	98,6 % / 98,3 % / 98,0 %	98,7 % / 98,5 % / 98,5 %	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %
Dispositivos de protección			
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC		
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia de CA		
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión, tipo I		
Protección contra sobretensión de CA (opcional)	Descargador de sobretensión, clase I		
Protección contra rayos (según IEC 62305-1)	Tipo de protección contra rayos III		
Monitorización de fallo a tierra/de fallo a tierra por control remoto	○ / ○		
Monitorización de aislamiento	○		
Tipo de protección: electrónica/conducto de aire/área de conexión (según IEC 60529)	IP65 / IP34 / IP34		
Datos generales			
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	2780 / 2318 / 1588 mm (109,4 / 91,3 / 62,5 in)		
Peso	< 3400 kg / < 7496 lb		
Autoconsumo (máx. ⁴⁾ / carga parcial ⁵⁾ / promedio ⁶⁾	< 8100 W / < 1800 W / < 2000 W		
Autoconsumo (en espera)	< 370 W		
Alimentación auxiliar interna	Transformador integrado de 8,4 kVA		
Rango de temperatura de servicio ⁸⁾	-25 °C a 60 °C / -13 °F a 140 °F		
Emisiones de ruido ⁷⁾	67,8 dB(A)		
Rango de temperatura (en espera)	-40 °C a 60 °C / -40 °F a 140 °F		
Rango de temperatura (almacenamiento)	-40 °C a 70 °C / -40 °F a 158 °F		
Valor máximo permitido para la humedad relativa (con condensación/sin cond.)	95 % a 100 % (2 meses/año) / 0 % a 95 %		
Altitud de funcionamiento máxima sobre el nivel del mar ⁸⁾ 1000 m / 2000 m / 3000 m	● / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)		
Consumo de aire fresco	6500 m³/h		
Equipamiento			
Conexión de CC	Terminal de cable en cada entrada (sin fusible)		
Conexión de CA	Con sistema de barra (tres barras colectoras, una por cada conductor de fase)		
Comunicación	Ethernet, maestro Modbus, esclavo Modbus		
Comunicación del SMA String-Monitor (medio de transmisión)	Modbus TCP / ethernet (fibra óptica MM, Cat-5)		
Color de la carcasa/del techo	RAL 9016 / RAL 7004		
Transformador de alimentación para equipos consumidores externos	○ (2,5 kVA)		
Cumple con las normas y directivas	CE, IEC / EN 62109-1, IEC / EN 62109-2, BDEW-MSRL, IEEE1547, Arrêté du 23/04/08		
Normas CEM	CISPR 11, CISPR 22, EN55011:2017, EN 55022, IEC/EN 61000-6-4, IEC/EN 61000-6-2, IEC 62920, FCC Parte 15 Clase A	CISPR 11, CISPR 22, EN55011:2017, EN 55022, IEC 62920, FCC Parte 15 Clase A	
Cumple con las normas y directivas de calidad	VDI/VDE 2862 página 2, DIN EN ISO 9001		
● De serie ○ Opcional			
Modelo comercial	SC-2500-EV-10	SC-2750-EV-10	SC-3000-EV-10

Industriales de Madrid

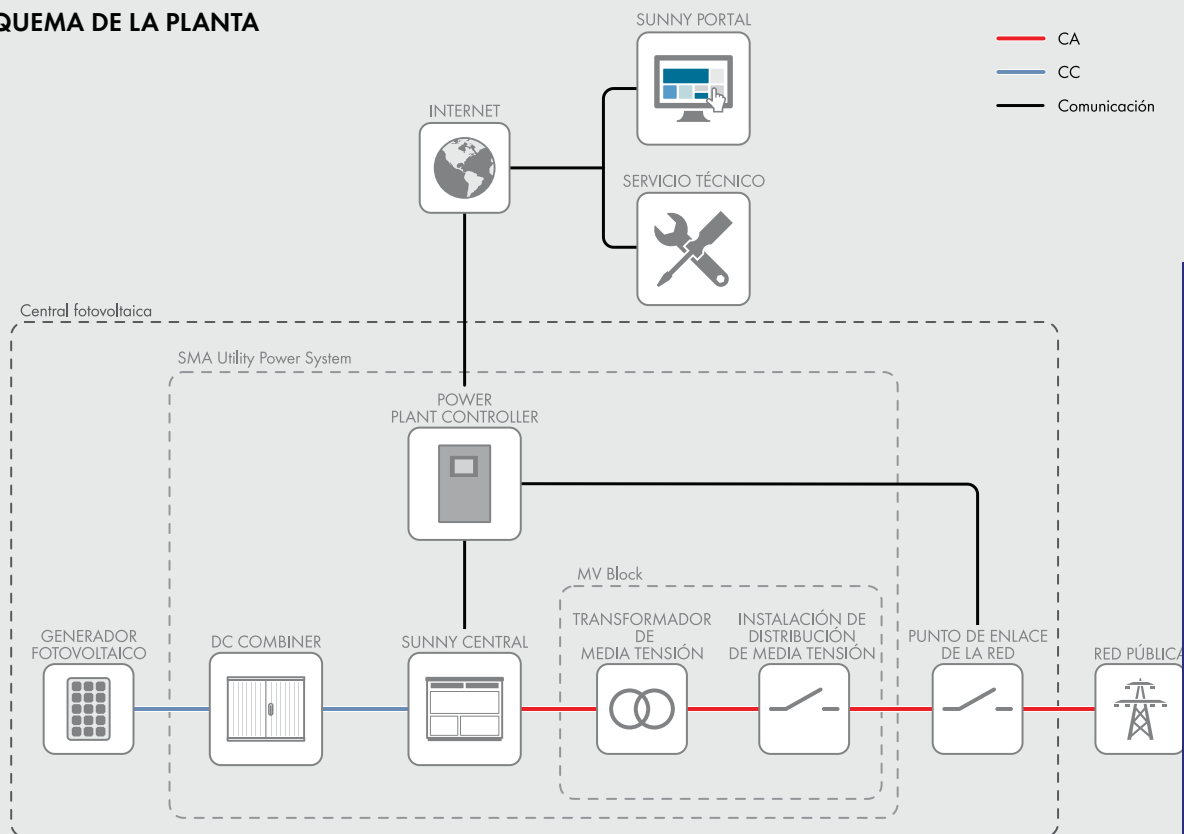
FV ALICJAGEDGNOD99

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 0026530

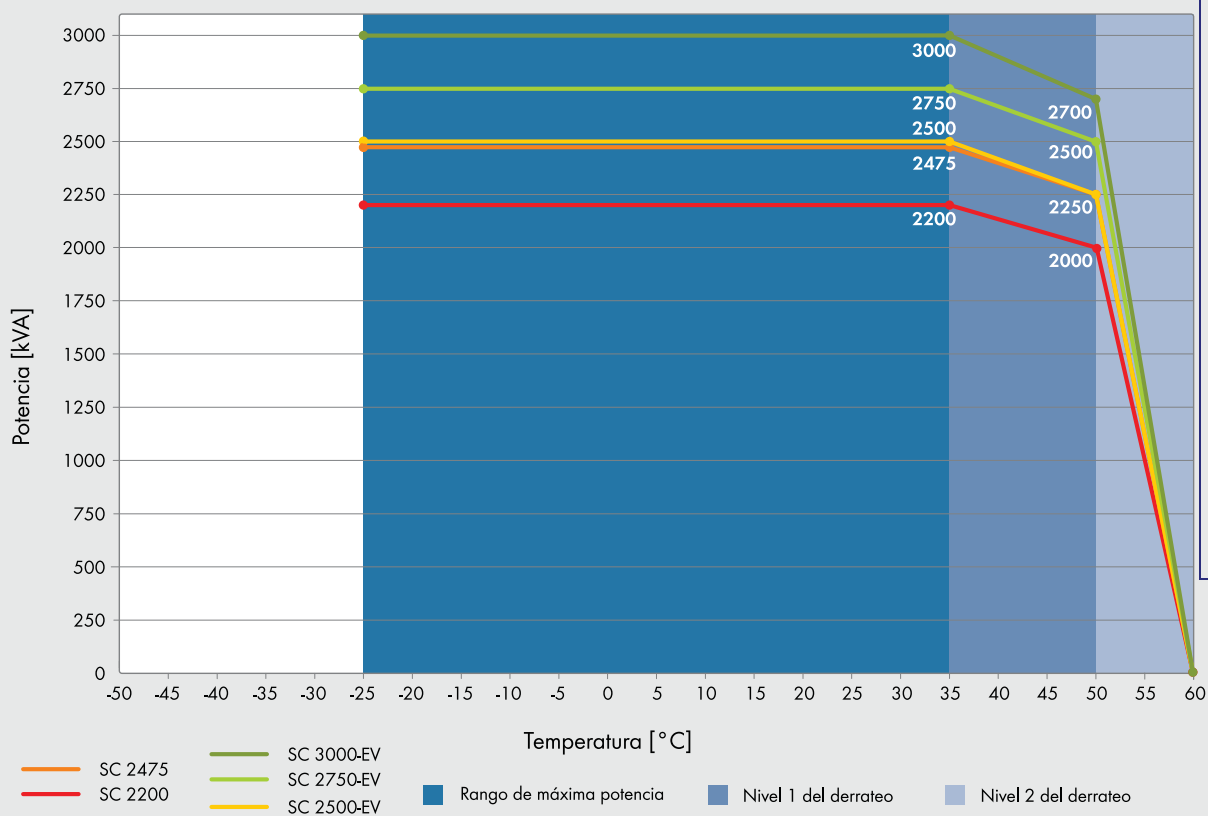
- 1) La potencia nominal CA se reduce con el mismo ratio que la tensión nominal CA
- 2) Rendimiento medido sin autoalimentación
- 3) Rendimiento medido con autoalimentación
- 4) Autoconsumo en funcionamiento nominal
- 5) Autoconsumo con < 75 % Pn a 25 °C
- 6) Autoconsumo promediado desde el 5 % hasta el 100 % Pn a 35 °C
- 7) Nivel de presión sonora a 10 m de distancia

- 8) Los valores se aplican solo a inversores. Los valores admisibles de soluciones de media tensión de SMA se especifican en las fichas de datos correspondientes.
- 9) Rango de tensión de CA solo se puede ampliar para redes de 50 Hz / 753 V (la opción "Autoalimentación: externa" deberá seleccionarse, la opción "Alimentación adicional externa" no se puede combinar).
- 10) Una relación cortocircuito < 2 tiene que ser autorizada aparte de SMA
- 11) Según la tensión de entrada

ESQUEMA DE LA PLANTA



COMPORTAMIENTO TÉRMICO (CON $\cos \varphi = 1$)





Certificado de conformidad

Solicitante: SMA Solar Technology AG
Sonnenallee 1
34266 Niestetal
Alemania

Producto: Inversor fotovoltaico

Modelo: SC 3000-EV-10
SC-2750-EV-10
SC-2500-EV-10
SC 2475-10
SC-2200-10

Uso reglamentario:

Los inversores listados previamente son trifásicos y disponen de un dispositivo de desconexión / conexión automática controlado por software, de acuerdo con la normativa que se detalla a continuación. El usuario tendrá acceso al software de ajustes.

Cumplimiento de las reglas y normativas:

UNE 206007-1:2013 IN

Requisitos de conexión a la red eléctrica Parte 1: Inversores para conexión a la red de distribución

IEC 62109-2:2011

Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores.

IEC 62116:2014

Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.

DIN V VDE V 0126-1-1:2006 (Seguridad culpa individual)

Dispositivo de desconexión automática entre un generador y la red pública de baja tensión

RD 661:2007

Por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

Nota:

Los inversores disponen de una protección anti-isla según la IEC 62116, que no ha sido ensayada de acuerdo a la UNE debido a falta de capacidad en el laboratorio de ensayos. En cualquier caso, para instalaciones a partir de 5 MW es necesario la implementación de un teledisparo siendo innecesario por tanto una protección anti-isla.

El concepto de seguridad de un producto representativo de los mencionados arriba, corresponde, en el momento de la emisión de este certificado, a las especificaciones válidas de seguridad para el empleo especificado conforme a la normativa vigente.

Número de informe: 15TH0407-UNE206007-1_0

Número de certificado: U18-0573

Fecha: 2018-10-19

Organismo de certificación



Holger Schaffer

Organismo de certificación de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH
Acreditado con arreglo a la normativa europea DIN EN ISO/IEC 17065



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZE-12024-01-00

**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FELICIA GEDONOR
LOS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
0626330

VISADO



Declaración de conformidad con el R.D. 661:2007

- STP 15000TL-30, STP 20000TL-30, STP 25000TL-30
- STP 50-40
- STP 60-10, STPS 60-10, SHP 75-10
- SHP 150-20, SHP 100-20
- SC 500CP XT, SC 630CP XT, SC 720CP XT, SC 760CP XT, SC 800CP XT, SC 850CP XT, SC 900CP XT, SC 1000CP XT
- SC2200, SC2500-EV, SC2750-EV, SC 3000-EV

Los inversores de SMA listados previamente cumplen con lo especificado en el R.D. 661:2007 con las siguientes características:

1. La desconexión y conexión del inversor del/al punto de inyección se llevará a cabo por medio de protecciones internas controladas por software

- Inicialá una desconexión cuando los parámetros de red se encuentren fuera de los siguientes límites, siempre y cuando el inversor haya sido correctamente configurado:

Parámetro	V_{max}	V_{min}	f_{max}	f_{min}
Umbral	$1,1 \times V_n$	$0,85 \times V_n$	51 Hz	48 Hz *
Tiempo de actuación	500 ms	500 ms	> 100 ms	> 3 s

* Para instalaciones en los SEIE, $f_{min} = 47,5$ Hz

- Inicialá una (re-)conexión automática a la red en 180 s. cuando tensión y frecuencia se encuentran dentro de los límites establecidos.
 - Dispone de una protección anti-isla activa que actúa, de acuerdo con la norma UNE EN 62116, aún en el caso de que haya otros inversores conectados en paralelo, siempre y cuando haya sido correctamente configurada.
 - Siempre que exista potencia disponible en continua (radiación solar suficiente), el inversor se conectará a la red sincronizándose con la misma en tensión ($\pm 8\%$), en frecuencia ($\pm 0,1$ Hz) y en fase ($\pm 10^\circ$).
 - El usuario final no tendrá acceso al software de ajustes.
2. La inyección de corriente continua del inversor en la salida de corriente alterna es inferior al 0,5 % de la corriente nominal CA del inversor en condiciones normales. Su medición se realizó tal y como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en Baja Tensión" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
 3. Todos los inversores son trifásicos.
 4. Cumplen lo especificado en la Declaración de Conformidad de la CE, véase adjunto.
 5. Los inversores a continuación fueron suministrados de acuerdo a lo especificado anteriormente:

Modelo	P_{max} (VA)	P_{nom} (W)	N° de serie

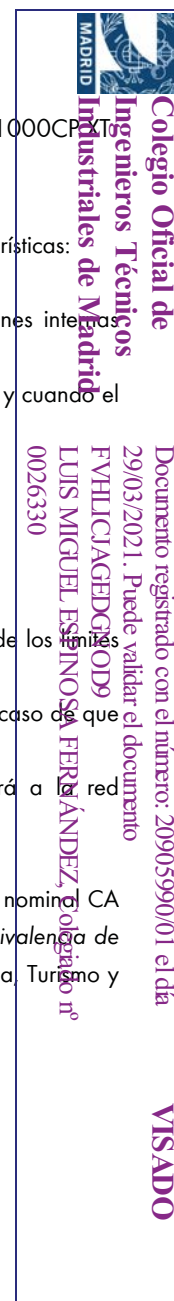
Niestetal, 26.08.2019

SMA Solar Technology AG


i.v. Sven Bremicker

ppa. Sven Bremicker

EVP Development Center



4 POWER BLOCK 2 INVERSORES



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000



MVPS 4400-20 / MVPS 4950-20 / MVPS 5000-20 / MVPS 5500-20 / MVPS 6000-20



Resistente

- La estación y todos sus componentes han sido sometidos a ensayos particulares
- Ideal para condiciones ambientales extremas

Cómoda

- Sistema plug & play
- Salas de distribución transitables
- Completamente premontada para colocar y poner en marcha de manera sencilla

Económica

- Un menor esfuerzo de coordinación para la planificación y colocación
- Bajos gastos de transporte gracias a un contenedor de 40 pies

Flexible

- Solución global para mercados internacionales
- Múltiples opciones
- Compatible con MVPS 2200 – MVPS 3000

MV POWER STATION 4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000

Solución llave en mano para centrales fotovoltaicas

Con la potencia doble de los nuevos y resistentes inversores centrales Sunny Central y Sunny Central Storage y los componentes de media tensión perfectamente coordinados, la nueva MV Power Station ofrece una densidad de potencia aún mayor y puede entregarse como sistema llave en mano en cualquier parte del mundo. La solución integrada en un contenedor de 40 pies, ideal para el uso en centrales fotovoltaicas de nueva generación de 1500 V_{CC}, destaca por su rápido montaje y rápida puesta en marcha, así como su transporte sencillo y económico. Tanto la MVPS como el resto de los componentes han sido sometidos a ensayos particulares. La MV Power Station garantiza una máxima seguridad de la planta con un rendimiento energético máximo y un mínimo riesgo comercial.



Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2090599001 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHJUCJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº
0026330

VISADO

MV POWER STATION

4400 / 4950 / 5000 / 5500 / 6000

Datos técnicos	MV Power Station 4400
Entrada (CC)	
Inversores seleccionables	2 x SC 2200 o 2 x SCS 2200
Tensión de entrada máx.	1100 V
Corriente máx. de entrada	2 x 3960 A
Número de entradas de CC	2 x 24 protegidos por dos polos (2 x 32 protegidos por un polo)
Monitorización de zona integrada	○
Tamaños de fusible disponibles (por entrada)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Salida (CA) del lado de media tensión	
Potencia estándar a 1000 m y con $\cos \varphi = 1$ (a -25 °C a 35 °C / 40 °C / 45 °C) ¹⁾	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA
Potencia opcional a 1000 m y con $\cos \varphi = 1$ (a -25 °C a 35 °C / a 50 °C / a 55 °C) ¹⁾	4400 kVA / 4000 kVA / 0 kVA
Tensiones nominales de CA típicas	11 kV hasta 35 kV
Frecuencia de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Grupo de conexión del transformador Dy11y11/YNd11d11	● / ○
Sistema de refrigeración de transformador ONAF ²⁾ / KNAF ²⁾	● / ○
Corriente máx. de salida a 33 kV	78 A
Pérdidas en vacío del transformador: estándar / diseño ecológico de 33 kV	2,8 kW / 3,9 kW
Pérdidas en cortocircuito del transformador: estándar / diseño ecológico de 33 kV	37,5 kW / 37,5 kW
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 %
Inyección de potencia reactiva	○ al 60 % de potencia de CA
Factor de potencia a potencia asignada / Factor de desfase ajustable	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
Rendimiento del inversor	
Rendimiento máximo ³⁾	98,6 %
Europeo Rendimiento ³⁾	98,4 %
Rendimiento californiano ⁴⁾	98,0 %
Dispositivos de protección	
Punto de desconexión en el lado de entrada	Interruptor-seccionador de CC
Punto de desconexión en el lado de salida	Interruptor de potencia en vacío de media tensión
Protección contra sobretensión de CC	Descargador de sobretensión del tipo I
Separación galvánica	●
Resistencia a arcos voltaicos, sala de distribución de media tensión (según IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s
Datos generales	
Dimensiones del contenedor ISO High Cube de 40 pies (ancho x alto x fondo) ⁵⁾	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
Peso	< 26 t
Autoconsumo (máx. / carga parcial / promedio) ¹⁾	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW
Autoconsumo (en espera) ¹⁾	< 600 W
Tipo de protección según IEC 60529	Sala de distribución IP23D, la electrónica del inversor IP65
Entorno: estándar / activo químicamente / para zonas con polvo	● / ○ / ○
Tipo de protección según IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Valor máximo permitido para la humedad relativa del aire	15 % a 95 %
Máx. altura de operación sobre el nivel del mar 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000 m	● / ○ / ○ / ○ (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)
Consumo de aire fresco y transformador	20000 m³/h
Equipamiento	
Conexión de CC	Terminales de cable
Conexión de CA	Conector acodado de cono exterior
Conmutador graduado para el transformador MV: sin / con	● / ○
Devanado blindado para el transformador MV: sin / con	● / ○
Paquete de comunicación	○
Color de la carcasa de la estación	RAL 7004
Transformador para autoconsumo y equipos consumidores externos: sin / 30 kVA / 40 kVA / 50 kVA / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○
Instalación de distribución de media tensión: sin / 2 celdas / 3 celdas	● / ○ / ○
Una o dos celdas de cables con interruptor-seccionador, una celda del transformador con interruptor automático, resistencia a arcos voltaicos IAC A FL 20 kA 1 s según IEC 62271-200	
Accesorios de la instalación de distribución de media tensión: sin / contactos auxiliares / motor para la celda del transformador / conexión en cascada / monitorización	● / ○ / ○ / ○ / ○
Depósito de aceite: sin / con (integrado)	● / ○
Estándares (otros estándares consulte la ficha de datos del inversor)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC – certificado, EN 50588-1
● De serie ○ Opcional – No disponible	
Modelo comercial	MVPS-4400-20



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

- 1) Datos referentes al inversor
- 2) ONAF = Refrigeración mediante circulación natural del aceite y circulación forzada de aire; KNAF = Refrigeración mediante circulación del aceite orgánico y circulación forzada de aire
- 3) Rendimiento medido en el inversor sin autoalimentación
- 4) Rendimiento medido en el inversor con autoalimentación
- 5) Dimensiones de transporte

MV Power Station 4950	MV Power Station 5000	MV Power Station 5500	MV Power Station 6000
2 x SC 2475 o 2 x SCS 2475	2 x SC 2500-EV o 2 x SCS 2500-EV	2 x SC 2750-EV o 2 x SCS 2750-EV	2 x SC 3000-EV o 2 x SCS 3000-EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
2 x 3960 A	2 x 3200 A	2 x 3200 A	2 x 3200 A
o	2 x 24 protegidos por dos polos (2 x 32 protegidos por un polo)	o	o
	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
4950 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5000 kVA / 4500 kVA / 0 kVA	5500 kVA / 5000 kVA / 0 kVA	6000 kVA / 5400 kVA / 0 kVA
11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV	11 kV hasta 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / o	● / o	● / o	● / o
● / o	● / o	● / o	● / o
87 A	88 A	97 A	105 A
3,1 kW / 4,0 kW	3,1 kW / 4,0 kW	3,1 kW / 4,0 kW	3,2 kW / 4,5 kW
37,5 kW / 37,5 kW	37,5 kW / 37,5 kW	40,0 kW / 40,0 kW	45,5 kW / 45,5 kW
< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 %
o al 60 % de potencia de CA	o al 60 % de potencia de CA	o al 60 % de potencia de CA	o al 60 % de potencia de CA
1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
98,6 %	98,6 %	98,7 %	98,8 %
98,4 %	98,3 %	98,6 %	98,6 %
98,0 %	98,0 %	98,5 %	98,5 %
Interrupción-seccionador de CC			
Interrupción de potencia en vacío de media tensión			
Descargador de sobretensión del tipo I			
●			
IAC A 20 kA 1 s			
12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm	12192 mm / 2896 mm / 2438 mm
< 26 t	< 26 t	< 26 t	< 26 t
< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW	< 16,2 kW / < 3,6 kW / < 4,0 kW
< 600 W	< 740 W	< 740 W	< 740 W
Sala de distribución IP23D, la electrónica del inversor IP65			
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
15 % a 95 %	15 % a 95 %	15 % a 95 %	15 % a 95 %
● / o / o / o (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)	● / o / o (anterior reducción de potencia en función de la temperatura)		
20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h	20000 m³/h
Terminales de cable	Terminales de cable	Terminales de cable	Terminales de cable
Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior	Conector acodado de cono exterior
● / o	● / o	● / o	● / o
● / o	● / o	● / o	● / o
o	o	o	o
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o
● / o	● / o	● / o	● / o
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - certificado, EN 50588-1			
MVPS-4950-20	MVPS-5000-20	MVPS-5500-20	MVPS-6000-20




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento

FVHLCJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colgado nº 002633

VISADO

5 POWER BLOCK 1 INVERSOR



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

MV POWER STATION

2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000



MVPS 2200-20 / MVPS 2475-20 / MVPS 2500-20 / MVPS 2750-20 / MVPS 3000-20



Robust

- Station and all individual components type-tested
- Optimally suited to extreme ambient conditions

Easy to Use

- Plug and play concept
- Walk-in control rooms
- Completely pre-assembled for easy set-up and commissioning

Cost-Effective

- Easy planning and installation
- Low transport costs due to 20-foot container


Flexible

- Global solution for international markets
- Numerous options
- Compatible with MVPS 4400 – MVPS 6000

MV POWER STATION 2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Turnkey Solution for PV Power Plants

With the power of the new robust central inverters, the Sunny Central or Sunny Central Storage, and with perfectly adapted medium-voltage components, the new MV Power Station offers even more power density and is a turnkey solution available worldwide. The solution is the ideal choice for new generation PV power plants operating at 1500 V_{DC}. Delivered pre-configured in a 20-foot container, the solution is easy to transport and quick to assemble and commission. The MVPS and all components are type-tested. The MV Power Station combines rigorous plant safety with maximum energy yield and minimized deployment and operating risk.


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01
 29/03/2021. Puede validar el documento
 FVHLICJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº
 0026330

VISADO

MV POWER STATION

2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Technical Data	MV Power Station 2200
Input (DC)	
Available inverters	1 x SC 2200 or 1 x SCS 2200
Max. input voltage	1100 V
Max. input current	3960 A
Number of DC inputs	24 double pole fused (32 single pole fused)
Integrated zone monitoring	○
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Output (AC) on the medium-voltage side	
Standard power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 40°C / at 45°C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Optionale power at 1000 m and $\cos \varphi = 1$ (at 35°C / at 50°C / at 55°C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Typical nominal AC voltages	6.6 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11	● / ○
Transformer cooling methods ONAN ²⁾ / KNAN ²⁾	● / ○
Max. output current at 33 kV	39 A
Transformer no-load losses Standard / Ecodesign ³⁾	● / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Ecodesign ³⁾	● / ○
Max. total harmonic distortion	< 3%
Reactive power feed-in	○ up to 60% of AC power
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
Inverter efficiency	
Max. efficiency	98.6%
European efficiency	98.4%
CEC weighted efficiency ⁴⁾	98.0%
Protective devices	
Input-side disconnection point	DC load-break switch
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection	Surge arrester type I
Galvanic isolation	●
Internal arc classification medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)	IAC A 20 kA 1 s
General Data	
Dimensions of the 20-foot ISO container (W / H / D) ⁵⁾	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
Weight	< 16 t
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 300 W
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP65
Environment: standard / chemically active / dusty	● / ○ / ○
Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2 / 4C2, 4S4)	● / ○ / ○
Maximum permissible value for relative humidity	15% to 95%
Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000	● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)
Fresh air consumption of inverter and transformer	6500 m³/h
Features	
DC terminal	Terminal lug
AC connection	Outer-cone angle plug
Tap changer for MV-transformer: without / with	● / ○
Shield winding for MV-Transformer: without / with	● / ○
Communication package	○
Station enclosure color	RAL 7004
Transformer for external loads: without / 20 kVA / 30 kVA	● / ○ / ○
Medium-voltage switchgear: without / 2 feeders / 3 feeders	● / ○ / ○
1 or 2 cable feeders with load-break switch, 1 transformer feeder with circuit breaker, internal arc classification IAC A FL 20 kA 1 s according to IEC 62271-200	
Accessories for medium-voltage switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer feeder / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○
Oil containment	○
Industry standards (for other standards see the inverter datasheet)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC certificate, EN 50588-1
● Standard features ○ Optional features – Not available	
Type designation	MVPS-2200-20



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHICJAGEDGNOD9 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

- 1) Data based on inverter
- 2) ONAN = Mineral oil with natural air cooling; KNAN = Organic oil with natural air cooling
- 3) Losses in accordance with the Ecodesign regulations, EN 50588-1
- 4) Efficiency measured at inverter with internal power supply
- 5) Transport dimensions

MV Power Station 2475	MV Power Station 2500	MV Power Station 2750	MV Power Station 3000
1 x SC 2475 or 1 x SCS 2475	1 x SC 2500-EV or 1 x SCS 2500-EV	1 x SC 2750-EV or 1 x SCS 2750-EV	1 x SC 3000-EV or 1 x SCS 3000-EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
3960 A	3200 A	3200 A	3200 A
24 double pole fused (32 single pole fused)			
○	○	○	○
200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A			
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
43 A	44 A	49 A	53 A
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power	○ up to 60% of AC power
1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
98.6%	98.6%	98.7%	98.7%
98.4%	98.3%	98.6%	98.6%
98.0%	98.0%	98.5%	98.5%
DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch	DC load-break switch
Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker	Medium-voltage vacuum circuit breaker
Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I	Surge arrester type I
●	●	●	●
IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s	IAC A 20kA 1s
6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
< 16 t	< 16 t	< 16 t	< 16 t
< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW
< 300 W	< 370 W	< 370 W	< 370 W
Control rooms IP23D, inverter electronics IP65			
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%
● / ○ / ○ / ○ (earlier temperature-dependent de-rating)	● / ○ / ○ / – (earlier temperature-dependent de-rating)		
6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h
Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug	Terminal lug
Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
● / ○	● / ○	● / ○	● / ○
○	○	○	○
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○	● / ○ / ○
● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
○	○	○	○
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076 , CSC certificate, EN 50588-1			
MVPS-2475-20	MVPS-2500-20	MVPS-2750-20	MVPS-3000-20




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLCJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colgado nº 0026330

VISADO

6 CABLES AT 30 kV



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



ALTA RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



DESCÁRGATE
 la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003884



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión a los golpes, al desgarrar, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, +105 °C,
 - Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228

Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío.**

PANTALLA METÁLICA

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm² (12/20 kV) ó 25 mm² (18/30 kV).

SEPARADOR

Cinta de poliéster.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.

Color: rojo.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1 x 95/16 (1)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1 x 150/16 (1)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1 x 240/16 (1)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1 x 400/16 (1)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1 x 630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1 x 95/25 (1)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1 x 150/25 (1)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1 x 240/25 (1)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1 x 400/25 (1)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1 x 630/25 (1)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.

(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

Madrid
 Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLCJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ Colegado nº 026330

VISADO

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm²)	18/30 kV (pant, 25 mm²)
1 x 50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1 x 95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1 x 150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1 x 240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1 x 400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1 x 630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,357
1 x 630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al trespelillo.




Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHLICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Cedido nº
0026330

VISADO

7 CABLES BT DC



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)

AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN
DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2



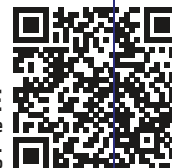
LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-2
EN 60754-1
IEC 60754-2
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN
DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
NFC 20454
DEF-STAN 02-713



DESCÁRGATE
la DoP (Declaración de
Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003862



BAJA OPACIDAD
DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



NULA EMISIÓN
DE GASES CORROSIVOS
EN 60754-2
IEC 60754-2
NFC 20453



RESISTENCIA
A LA ABSORCIÓN
DEL AGUA



RESISTENCIA
AL FRÍO



RESISTENCIA
A LOS RAYOS
ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA
A LOS AGENTES
QUÍMICOS



RESISTENCIA
A LAS GRASAS
Y ACEITES



RESISTENCIA
A LOS GOLPES



NORMALIZADO POR LAS PRINCIPALES
COMPAÑÍAS ELÉCTRICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 3500 V.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2
- Libre de halógenos: EN 60754-2; EN 60754-1; IEC 60754-2; IEC 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; NFC 20454; DEF STAN 02-713.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: aluminio.

Flexibilidad: rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

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

AISLAMIENTO

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

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1.

Color: negro.

APLICACIONES

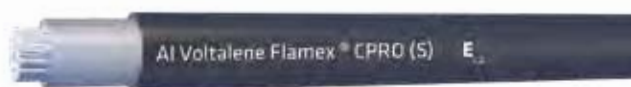
- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
- Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

NOTA IMPORTANTE: Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se quiera Afumex (AS).

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S)

AL XZ1 (S)

Tensión asignada: 0,6/1 kV
 Norma diseño: UNE-HD 603-5X-1
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO SOBRE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω /km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO TRIFÁSICA (3) A	INTENSIDAD ADMISIBLE (CORRIENTE CONTINUA) ENTERRADO (4) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
									cos Φ = 1	cos Φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1,91	76	58	70	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1,2	91	74	89	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0,868	114	90	107	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0,641	140	107	126	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0,443	180	132	156	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0,32	219	157	185	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0,253	254	178	211	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0,206	294	201	239	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0,164	337	226	267	0,36	0,36
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0,125	399	261	309	0,27	0,27
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	349	0,22	0,22

(1) Valores aproximados.

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

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (Al) (trifásica).

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

→ XLPE3 con instalación tipo Método D1/D2 (Al) (trifásica).

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

→ XLPE2 con instalación tipo método D1/D2 (Al) (continua).

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



**Colegio Oficial de
Ingenieros Técnicos
Industriales de Madrid**

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día
29/03/2021. Puede validar el documento
FVHICJAGEDGNOD9
LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº

VISADO

8 CABLES BT DC-BUS



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

TECSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma diseño: EN 50618
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
 EN 60332-1-2
 IEC 60332-1-2
 NFC 32070-C2



NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO
 EN 50305-9
 DIN VDE 0482
 parte 266-2-5



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 50525-1



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS
 EN 50305 (ITC < 3)



RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DEL AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA A LAS GRASAS Y ACEITES



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LA ABRASIÓN



ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV TECSUN PV1-F CPRO

Vida útil 30 años	SI
Certificación TÜV	SI
Temperatura máxima 120 °C en el conductor	20000 h
Resistencia al ozono	EN 50396, test B
Resistencia a los rayos UVA	Resistencia a la tracción y elongación a la ruptura después de 720 h (360 ciclos) de exposición a los rayos UVA según EN 50289-4-17, (Método A) HD 605/A1-2, 4.20
Resistencia a la absorción del agua	DIN EN 60811-402
Protección contra el agua	AD7 (inmersión)
Prueba de contracción	EN 50618, tabla 2: < 2%
Resistencia al frío	Doblado a baja temperatura según EN 60811-1-4
Resistencia a calor húmedo	1000 h a 90 °C 85 % H.R. (EN 60811-2-78) (EN 50618)
Presión a temperatura elevada	< 50% EN 60811-508
Dureza Prysmian	Ensayo especial de Prysmian tipo A: 85 según DIN EN ISO 868
Resistencia a la abrasión	Ensayo especial de Prysmian DIN ISO 4649 contra papel abrasivo • Cubierta contra cubierta • Cubierta contra metal • Cubierta contra plásticos
Resistencia a penetración dinámica	EN 50618, anexo D
Resistencia a aceites minerales	EN 60811-2-1, 24 h, 100 °C
Resistencia a ácidos y bases	EN 60811-2-1, 7 días, 23 °C ácido n-oxálico, hidróxido sódico
Resistencia al amoníaco	Ensayo especial de Prysmian 30 días en atmósfera saturada de amoníaco
Doble aislamiento (clase II)	SI

- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (20000 h); -40 °C, +90 °C (30 años). (Cable termoestable).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8/1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2/1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estática (posición final instalado): 3D (D ≤ 12 mm) y 4D > 12 mm). (D = diámetro exterior del cable máximo).

Ensayos de fuego

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: EN 50305-9; DIN VDE 0482 parte 266-2-5.
- Libre de halógenos: EN 50525-1.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: EN 50305 (ITC < 3).

CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cobre estañado.

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

Temperatura máxima en el conductor: 120 °C (20000 h); 90 °C (30 años) 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

Material: compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.

CUBIERTA

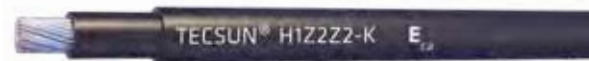
Material: compuesto reticulado, tabla B.1, anexo B de EN 50618.

Color: negro, rojo o azul.

Doble aislamiento (clase II).

TECSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1/1 kV (1,8/1,8 kVcc)
 Norma diseño: EN 50618
 Designación genérica: H1Z2Z2-K



APLICACIONES

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

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÍNIMO) mm	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE. T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	C.A. DA DE T E VS IÓN V/(A·m) (2)
1 x 1,5	1,6	4,4	5	40	13,7	24	30	30,48
1 x 2,5	1,9	4,8	5,4	50	8,21	34	41	18,33
1 x 4	2,4	5,3	5,9	70	5,09	46	55	11,45
1 x 6	2,9	5,8	6,4	80	3,39	59	70	7,75
1 x 10	4	7,0	7,6	130	1,95	82	98	4,50
1 x 16	5,5	9,0	9,8	200	1,24	110	132	2,89
1 x 25	6,4	10,4	11,2	290	0,795	146	176	1,83
1 x 35	7,5	11,7	12,5	400	0,565	182	218	1,32
1 x 50	9	13,5	14,5	550	0,393	220	276	0,98
1 x 70	10,8	15,5	16,5	750	0,277	282	347	0,68
1 x 95	12,6	17,7	18,7	970	0,210	343	416	0,48
1 x 120	14,3	19,2	20,4	1220	0,164	397	488	0,39
1 x 150	15,9	21,4	22,6	1510	0,132	458	566	0,31
1 x 185	17,5	23,7	25,1	1850	0,108	523	644	0,25
1 x 240	20,5	27,1	28,5	2400	0,0817	617	775	0,20

(1) Valores aproximados.


(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
 → XLPE2 con instalación tipo F → columna 13. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).

(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
 Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
 Valor que puede soportar el cable, 20000 h a lo largo de su vida útil (30 años).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLCJAGEDGNOD9
 LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegado nº 86630

VISADO

9 PARARRAYOS



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

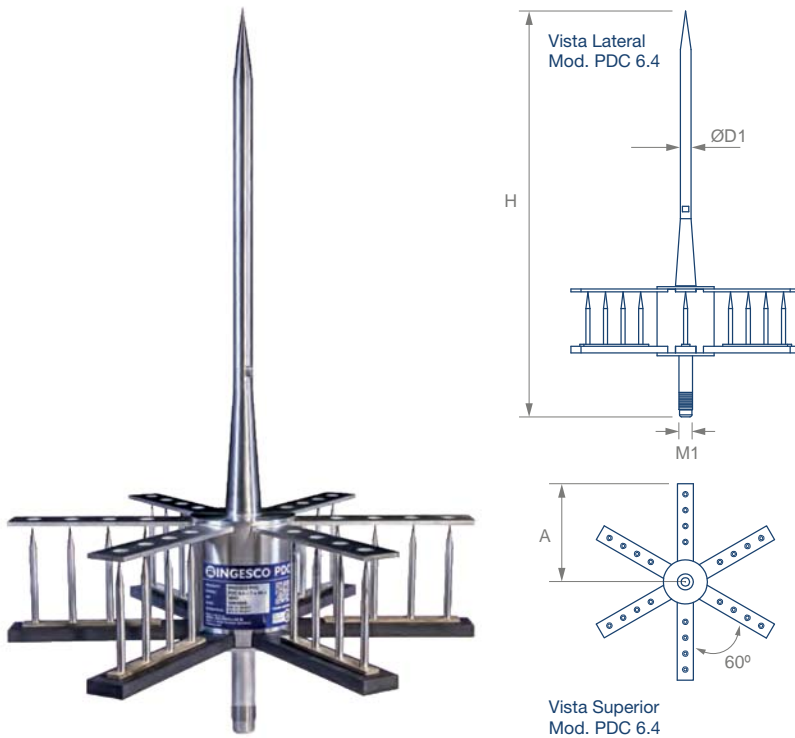
Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAGEDGNOD9

LUIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0026330

VISADO

► PARARRAYOS INGESCO® PDC

Pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico, normalizado según normas UNE 21.186:2011 NFC17-102:2011 y NP4426:2013



► funcionamiento

El diseño del pararrayos INGESCO® PDC permite producir una ionización de las partículas de aire alrededor de la punta del captador, que genera un trazador ascendente dirigido hacia la nube. Esta corriente de iones intercepta y canaliza desde su origen la descarga eléctrica del rayo.

Entre el conjunto excitador (que se encuentra al mismo potencial que el aire circundante) y la punta y el conjunto deflector (que se hallan a igual potencial que la tierra) se

establece una diferencia de potencial que es tanto más elevada cuanto más alto es el gradiente de potencial atmosférico, es decir, cuanto más inminente es la formación del rayo.

La obtención, mediante ensayos de laboratorio, del valor t (incremento del tiempo de cebado) permite establecer una correlación entre la velocidad de propagación de la corriente de iones y la distancia de impacto del rayo, a partir de la cual se calcula el radio de protección

para cada modelo de pararrayos (ver cuadro adjunto).

El conocimiento de estos radios de protección nos permite seleccionar el modelo de pararrayos más adecuado a las características de la estructura a proteger, de acuerdo con las normativas reguladoras UNE 21.186:2011, NFC17.102:2011 y NP4426:2013.

► niveles de protección

Model	PDC 3.1	PDC 3.3	PDC 4.3	PDC 5.3	PDC 6.3	PDC 6.4
Ref.	101000	101001	101003	101005	101008	101009
Δt	15 μs	25 μs	34 μs	43 μs	54 μs	60 μs
NIVEL I	35 m	45 m	54 m	63 m	74 m	80 m
NIVEL II	43 m	54 m	63 m	72 m	83 m	89 m
NIVEL III	54 m	65 m	74 m	84 m	95 m	102 m
NIVEL IV	63 m	75 m	85 m	95 m	106 m	113 m

Radio de protección calculados según: Normas UNE 21.186:2011 & NFC17.102:2011 (Estos radios de protección han sido calculados según una diferencia de altura entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado de 20m).

► especificaciones técnicas

Mod.	Ref.	Mat.	H (mm)	D1 (mm)	M1	A (mm)	Peso (g)
PDC 3.1	101000	Inox	387	16	M 20	95	2350
PDC 3.3	101001	Inox	598	16	M 20	156	3200
PDC 4.3	101003	Inox	598	16	M 20	156	3400
PDC 5.3	101005	Inox	598	16	M 20	156	3600
PDC 6.3	101008	Inox	598	16	M 20	156	3800
PDC 6.4	101009	Inox	598	16	M 20	186	4150

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
 Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento FVHLICJAEEDGNODP LUIS MIGUEL ESPINOSA DE LOS RIOS, Colegado nº 0026330

VISADO

► características y beneficios

- 100% de eficacia en descarga.
- Nivel de protección clasificado de muy alto.
- Garantía de continuidad eléctrica. No ofrece resistencia al paso de la descarga.
- Pararrayos no electrónico; garantía de máxima durabilidad.
- Conserva todas sus propiedades técnicas iniciales después de cada descarga.
- Al no incorporar ningún elemento electrónico, no es fungible.
- No precisa de fuente de alimentación externa.
- Garantía de funcionamiento en cualquier condición atmosférica.
- Alta resistencia a la temperatura.
- Alta resistencia a la intemperie y atmósferas corrosivas.
- Sin mantenimiento.

El terminal aéreo de captación **INGESCO® PDC**, cumple las siguientes especificaciones técnicas:

- Dispone de un dispositivo de cebado:
 - Un dispositivo de anticipación del trazador ascendente
 - Un condensador electroatmosférico
 - Un acelerador atmosférico
- Un sistema de aislamiento certificado por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Su estructura está fabricada en Acero Inoxidable AISI 316L y poliamida (PA 66).
- Dispositivo de cebado fabricado en Acero Inoxidable AISI 316L y poliamida (PA 66).

Queda así garantizado su efectivo funcionamiento en cualquier condición atmosférica y ambiental.

► instalación

La instalación de un pararrayos **INGESCO® PDC** debe seguir las prescripciones de las normas UNE 21.186:2011, NFC 17-102:2011 NP 4426:2013 y IEC 62.305, y debe tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- La punta del pararrayos debe estar situada, como mínimo, dos metros por encima del punto más alto de la edificación que protege.
- Para su instalación sobre el mástil, el pararrayos precisará de la correspondiente pieza de adaptación.
- Se deberá proteger el cableado de las cubiertas contra las sobretensiones y conectar a los bajantes las masas metálicas presentes dentro de la zona de seguridad.
- El pararrayos debe conectarse a una toma de tierra mediante uno o varios cables conductores que bajarán, siempre que sea posible, por el exterior de la construcción, con la trayectoria más corta y rectilínea posible.
- La toma o tomas de tierra, cuya resistencia no puede superar los 10 ohmios, deben garantizar una dispersión lo más rápida posible de la descarga del rayo.

► normativas | ensayos | certificados

INGESCO® PDC, cumple los requerimientos contenidos en las normativas siguientes:

- UNE 21.186:2011
- IEC 62.305
- NFC 17.102:2011
- IEC 62.561/1
- NP4426:2013

Además de todas las especificaciones descritas para este tipo de componentes en el Reglamento de Alta Tensión por el Ministerio de Industria y Energía. Registro industrial nº150.032, (Ministerio de Industria y Energía).
Fabricado desde 1984, es el primer pararrayos con dispositivo de cebado no electrónico en cumplir con la Norma UNE 21.186

El pararrayos **INGESCO® PDC** ha superado con éxito los ensayos y pruebas de certificación siguientes:

- Ensayo de evaluación del tiempo de cebado de pararrayos PDC (Anexo C UNE 21.186:2011), en el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Certificado de corriente soportada según IEC 62.561/1, emitido por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.
- Certificado de aislamiento en condiciones de lluvia, emitido por el **Laboratorio de Alta Tensión LABELEC**.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 20905990/01 el día 29/03/2021. Puede validar el documento en el portal de FVHICIAJEDCINODOLIS MIGUEL ESPINOSA FERNÁNDEZ, Colegiado nº 0626330

VISADO



DENA DESARROLLOS SL

Duero 5 | 08223 Terrassa | Barcelona | Spain
T 937 360 305 | T (+34) 937 360 314
central@ingesco.com

**PARARRAYOS
INGESCO® PDC**

Página 661 de 876

**ADENDA AL PROYECTO TÉCNICO
ADMINISTRATIVO
PLANTA FOTOVOLTAICA
FV ABARLOAR SOLAR
82,56 MWp / 73,98 MWn
LOE4-ABA-IGI-ADE-1000-R4**

Para:

**Dirección General de Política Energética y Minas
Secretaría de Estado de Energía
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico**

**Promotor: Abarloar Solar S.L. CIF: B-88206727
Dirección: C/ Ribera Del Loira 38, 3º 28042 Madrid**

**Emplazamiento: T.M. Pezuela de las Torres y Pioz
Madrid - Guadalajara
Comunidad de Madrid - Castilla La
Mancha**



**IGNIS DESARROLLO, S.L.
CIF B-87973327
C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºdc
28016 Madrid**

**El Ingeniero Técnico Industrial
D. Luis Miguel Espinosa Fernández
Colegiado N.º 26330
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM)**

**ESPINOSA
FERNANDEZ LUIS
MIGUEL -
52983953A**

Firmado digitalmente por
ESPINOSA FERNANDEZ
LUIS MIGUEL -
52983953A
Fecha: 2022.03.21
19:14:27 +01'00'

Madrid, marzo de 2022

PLANTA FOTOVOLTAICA FV ABARLOAR SOLAR

82,56 MWp / 73,98 MWn

TT.MM. PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ

(MADRID – COMUNIDAD DE MADRID)

(GUADALAJARA – CASTILLA-LA MANCHA)



**ADENDA AL PROYECTO TÉCNICO
ADMINISTRATIVO**

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES	3
2	PROPIEDAD	4
3	OBJETO Y ALCANCE	5
4	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	6
5	MODIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	8
6	RESUMEN.....	10
7	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA).....	11
8	PRESUPUESTO	12
9	CONCLUSIONES	13
	ANEXO I: PLANOS.....	14

1 ANTECEDENTES

En marzo de 2021 se elaboró el “Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica FV ABARLOAR SOLAR de 87,50 MWp, en los TT.MM de Pezuela de las Torres (Madrid) y Pioz (Guadalajara) redactado por D. Luis Miguel Espinosa Fernández, colegiado nº 26330 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COGITIM).

En cumplimiento del primer hito administrativo según lo dispuesto en el artículo 1.1.b) del Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, con fecha 1 de diciembre de 2020, fue expedida por la dirección General de Política Energética y Minas la Admisión a Trámite de solicitud AAP y AAC de la planta fotovoltaica Abarloar Solar, de 87,50 MWp. Esto ha dado lugar a la apertura del expediente “PFot-191” por parte del Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico para la planta fotovoltaica y sus correspondientes infraestructuras eléctricas, el cual ya ha iniciado la fase de tramitación al haber sido trasladado al Área de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno en Madrid y Dependencia Provincial de Industria y Energía de la Subdelegación de Gobierno en Guadalajara.

El proyecto se presentó a exposición pública, y posteriormente se han recogido las distintas alegaciones presentadas por los agentes afectados e interesados. Resultado de las alegaciones y requerimientos recibidos se ha procedido a adaptar el proyecto de la planta para su subsanación.

2 PROPIEDAD

Abarloar Solar S.L. (en adelante “el Promotor”) es una compañía dedicada a la promoción, construcción, operación, mantenimiento y explotación de centrales generadoras de electricidad a través de energía solar. Es una empresa comprometida con el medio ambiente, y firmemente interesada en dar apoyo a la red a través de las energías renovables.

Los principales datos del promotor del proyecto son los siguientes:

Nombre	Abarloar Solar S.L.
NIF	B-88206727
Domicilio Social	C/ Ribera Del Loira 38, 3º 28042 Madrid
Persona de contacto	Antonio Arturo Sieira Mucientes
Dirección	C/Cardenal Marcelo Spínola 4, 1ºD 28016 Madrid
Teléfono	910059775
e-mail	loeches@ignisenergia.es

Tabla 1. Datos del promotor del proyecto

3 OBJETO Y ALCANCE

El presente documento se redacta con objeto de describir los criterios generales de diseño que se han llevado a cabo en la elaboración del “Proyecto Técnico Administrativo Planta Fotovoltaica Abarloar Solar” de 82,56 MWp / 82,50 MW instalados, en los términos municipales de Pezuela de las Torres (Madrid) y Pioz (Guadalajara), y los ajustes que se han realizado para cumplir con los requerimientos recibidos, en este caso relacionados con la reducción del área de ocupación de la planta solar fotovoltaica.

Se anexarán los planos necesarios para complementar o justificar la instalación fotovoltaica ajustada según los requerimientos y alegaciones recibidas tras el proceso de exposición pública.

4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

La adaptación de la planta fotovoltaica de Abarloar Solar es una instalación de 82,56 MWp y 82,50 MW instalados, que convierte la energía que proporciona el sol en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica se genera en corriente continua, que posteriormente se convierte en energía alterna en baja tensión mediante unos equipos electrónicos denominados inversores. La energía eléctrica de baja tensión es elevada a alta tensión mediante transformadores de potencia y agrupada en diferentes circuitos.

La configuración planteada para esta planta fotovoltaica se mantiene con respecto al proyecto técnico administrativo presentado inicialmente.

Por su parte, los seguidores solares seleccionados pueden alojar 27 módulos en cada una de sus 3 filas, moviendo un total de 81 paneles solares a la vez. Se trata de seguidores horizontales monofila con tecnología de seguimiento a un eje en dirección Este-Oeste, dispuestos en el terreno en dirección norte-sur.

En orden de aprovechar mejor el espacio de la anterior implantación que solo tenía seguidores 3H de 3 strings, de 58 metros de longitud, se han diseñado trackers 3H con 2 y 1 string de 39 y 20 metros respectivamente.

Los equipos empleados en la planta, cajas de string, inversores, power stations, transformadores, seguidores solares y módulos fotovoltaicos son los mismos modelos que los empleados y descritos en el Proyecto Técnico Administrativo (PTA). El número de cada uno de ellos cambia debido al redimensionamiento de la planta.

Por último, se han reducido el ancho de los viales de 6 a 4 metros para el mejor aprovechamiento de la parcela, y se ha prescindido de los viales perimetrales, manteniendo únicamente los de acceso a las Power Station.

Se incluye a continuación un cuadro resumen comparativo con las características del proyecto anterior y del proyecto ajustado según requerimientos.

PROYECTO INICIAL		ANEXO MODIFICATORIO	
Equipos utilizados			
INVERSOR SUNNY CENTRAL 2500-EV SMA MV POWER STATION 2500 (tipo 1) SMA MV POWER STATION 5000 (tipo 2) CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS PVH-MONOLINE 3H (3 STRINGS)		INVERSOR SUNNY CENTRAL 2500-EV SMA MV POWER STATION 2500 (tipo 1) SMA MV POWER STATION 5000 (tipo 2) CANADIAN SOLAR CS3W - 450 MS PVH-MONOLINE 3H (3-2-1 STRINGS)	
Datos principales de la instalación			
Potencia pico	87.500.000 Wp	Potencia pico	82.559.250 Wp
Potencia instalada	82.500.000 Wins	Potencia instalada	82.500.000 Wins
Potencia nominal	73.980.000 Wn	Potencia nominal	73.980.000 Wn
Cantidad de trackers y módulos			
Tamaño string	27 módulos	Tamaño string	27 módulos
Número de trackers de 3 strings	2.401 Uds.	Número de trackers de 3 strings	1.867 Uds.
		Número de trackers de 2 strings	398 Uds.
		Número de trackers de 1 strings	398 Uds.
Número de módulos	194.427 Uds.	Número de módulos	183.465 Uds.
Cantidad de inversores y power stations			
Potencia inversor (25°C)	2.500 kVA	Potencia inversor (25°C)	2.500 kVA
Cantidad inversores	33 Uds.	Cantidad inversores	33 Uds.
Potencia total inversores	82.500 kVA	Potencia total inversores	82.500 kVA
Potencia PS tipo 1 (25°C)	2.500 kVA	Potencia PS tipo 1 (25°C)	2.500 kVA
Cantidad PS tipo 1	7 Uds.	Cantidad PS tipo 1	3 Uds.
Potencia total PS tipo 1	17.500 kVA	Potencia total PS tipo 1	7.500 kVA
Potencia PS tipo 2 (25°C)	5.000 kVA	Potencia PS tipo 2 (25°C)	5.000 kVA
Cantidad PS tipo 2	13 Uds.	Cantidad PS tipo 2	15 Uds.
Potencia total PS tipo 2	65.000 kVA	Potencia total PS tipo 2	75.000 kVA
Potencia total PS	82.500 kVA	Potencia total PS	82.500 kVA
Datos técnicos			
Superficie Total de Implantación	150,92 ha	Superficie Total de Implantación	122,17 ha.
Longitud de panel	2,108 m.	Longitud de panel	2,108 m.
GCR	45,7 %	GCR	45,7 %
Pitch	7,00 m.	Pitch	7,00 m.

Tabla 2: Comparación Características de la planta.

5 MODIFICACIÓN DEL PROYECTO

El diseño del layout se adapta a los siguientes requerimientos obtenidos a consecuencia de los informes y alegaciones recibidos durante el proceso de exposición pública (siguiendo el trámite de Evaluación del Impacto Ambiental - Art. 36 y 37 Ley 21/2013). Estas modificaciones que se muestran en el plano con título “SUPERPOSICIÓN POLIGONALES ORIGINAL VS MODIFICADO” (Anexo I) son:

- 1- Reducción de ocupación de la PFV, en concreto de un área cercana a una plataforma de nidificación de águila imperial existente y deshabitada durante los últimos dos años de censo. Adicionalmente, se ha considerado la zona de interés como hábitat potencial para aves esteparias por sus características. En el informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid se detalla: *"esta Dirección General, vista la propuesta de informe del Área de Análisis Técnico y Planificación, considera que la localización de esta planta solar fotovoltaica "Abarloar Solar" así como sus infraestructuras de evacuación, proyectadas dentro del término municipal de Pezuela de las Torres y Corpa (Madrid), deben replantearse para evitar la afección a especies de fauna catalogada, incompatible con la presencia en el territorio de este tipo de infraestructuras y de cuya presencia se tienen datos constatados en la zona donde se pretende instalar."*

En consecuencia, se eliminan las partes de la planta más cercanas a las áreas con presencia habitual de avutarda común y aguilucho cenizo, al sur, ocupadas por terrenos más favorables para aves esteparias, que constituyen cultivos cerealistas relativamente llanos. La situación marginal de la planta en relación con las zonas más relevantes para las aves esteparias reduce el efecto de fragmentación del hábitat.

- 2- Habilitar pasillos en la PFV para mejorar la permeabilidad de la misma. En el informe de Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de la Viceconsejería de Medio Ambiente de Castilla la Mancha se indica: *"Ciñéndonos al proyecto que nos ocupa, se debería tener en cuenta:*

- Para mejorar la afección a la conectividad global se deberían dejar pasillos de al menos 30 m de anchura en los siguientes lugares:

- a. En la linde oeste, disposición norte-sur, que limita con la PSFV Maladeta.*
- b. Pasillo interior, disposición este-oeste, en el límite provincial que se presenta, además de estrecho, interrumpido."*

En consecuencia, se han habilitado los pasillos indicados en el informe, llegando a superar los 30 metros de ancho en algunos puntos.

- 3- Se excluye la ocupación de ciertas zonas con elementos de la PFV debido al hallazgo de elementos patrimoniales. En la resolución al informe de prospección por parte de

Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid se indica: *"Vista la documentación presentada, el informe emitido de los Servicios Técnicos y los datos obrantes en esta Dirección General de Patrimonio Cultural, y en virtud de lo dispuesto en el artículo 28.3 de la Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid, se informa favorablemente las obras del Proyecto de central eléctrica solar fotovoltaica ABARLOAR SOLAR, en el término municipal de Pezuela de las Torres (Madrid), promovidas por Abarloar Solar S.L., con las siguientes prescripciones:*

- a. Exclusión de los elementos patrimoniales detectados de la zona de implantación del proyecto: el ámbito del yacimiento denominado El Purgatorio deberá ser excluido del área de implantación de la central fotovoltaica.*
- b. Respecto al bien inventariado denominado Chozo (CM/111/0013), exponente de la arquitectura tradicional o vernácula de la región y expresión cultural significativa de la estructura socioeconómica pasada, deberá quedar debidamente balizado y señalizado en los planos de obra para evitar que en su ámbito se ubique cualquier instalación de carácter temporal o camino de servicio (...)"*

En consecuencia, se reduce la ocupación de la PFV en la parte sureste evitando las zonas inventariadas.

- 4- Ajuste de las zonas de vallado al Dominio Público Hidráulico de los diferentes arroyos presentes en la zona: Arroyo Valdepozuelo, un arroyo innominado afluente suyo y el arroyo Valilongo y Matahombres debido a que se ha profundizado en mayor medida en el estudio hidrológico realizado.

6 RESUMEN

El resultado de las modificaciones implementadas ha dado lugar a una **reducción** del área disponible de implantación de unas **28,75 ha** que se han debido principalmente a dar **cumplimiento a los requerimientos medioambientales**, de infraestructuras afectadas y sociales dispuestos por los diferentes organismos:

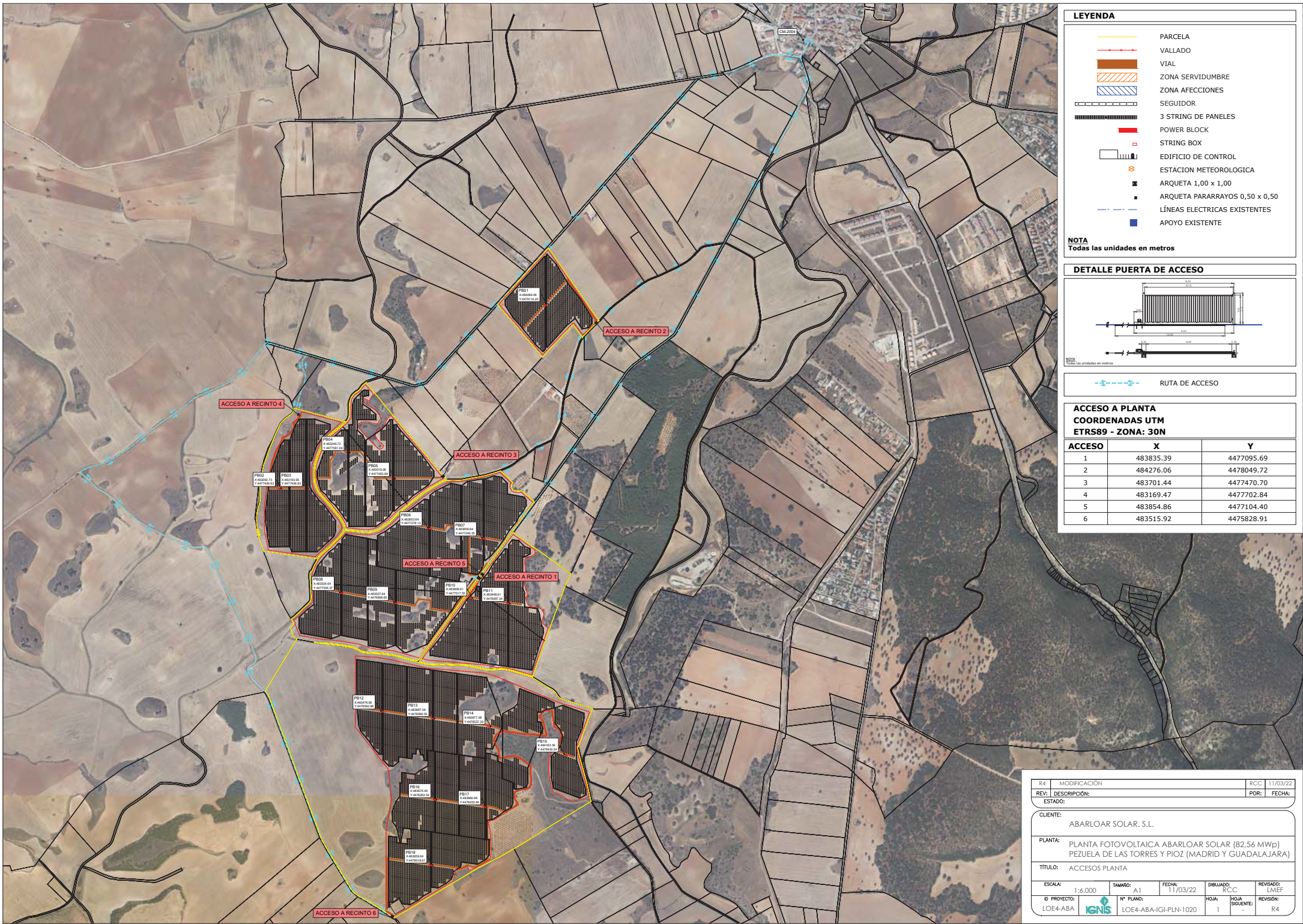
- Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Comunidad de Madrid.
- Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de Castilla la Mancha.
- Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid.

Estos cumplimientos han dado lugar a los siguientes **ajustes en cuanto a criterios técnicos**:

- Se ha reducido el número de módulos, y por tanto la potencia pico de la planta.
- La distancia entre seguidores o pitch se ha mantenido y sigue siendo de 7 metros.
- El área de ocupación de las parcelas afectadas se ha visto reducida considerablemente, llegándose a excluir una parcela en su totalidad. Como consecuencia de ello, se ha adaptado el vallado a esa reducción de área de ocupación.
- Los accesos a las distintas zonas se han mantenido a excepción de aquellos cuyo retranqueo se debe a las modificaciones de reducción a las que se ha visto sometido el proyecto.
- Las zanjas para los circuitos de alta tensión en el interior de la planta se han adaptado. Las zanjas y líneas externas al vallado de alta de tensión que unen las diferentes islas de la PFV se han mantenido.

ANEXO I: PLANOS

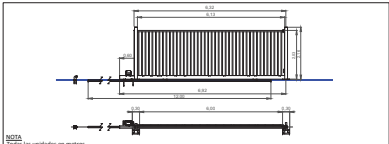
N.º PLANO	DESCRIPCIÓN
LOE4-ABA-IGI-PLN-1000	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
LOE4-ABA-IGI-PLN-1001	SUPERPOSICIÓN POLIGONALES ORIGINAL VS MODIFICADO
LOE4-ABA-IGI-PLN-1010	PLANTA GENERAL
LOE4-ABA-IGI-PLN-1011	PLANTA GENERAL - DETALLE
LOE4-ABA-IGI-PLN-1020	ACCESO PLANTA
LOE4-ABA-IGI-PLN-1030	TOPOGRÁFICO
LOE4-ABA-IGI-PLN-1040	VALLADO
LOE4-ABA-IGI-PLN-1050	ZANJAS
LOE4-ABA-IGI-PLN-1060	TRAZADO LINEAS AT
LOE4-ABA-IGI-PLN-1070	RED DE TIERRAS
LOE4-ABA-IGI-PLN-1080	SISTEMA PARARRAYOS
LOE4-ABA-IGI-SLD-1100	UNIFILAR GENERAL AT
LOE4-ABA-IGI-ME-1220	SEGUIDOR 3H (1-2-3 STRINGS)



- LEYENDA**
- PARCELA
 - VALLADO
 - VIAL
 - ZONA SERVIDUMBRE
 - ZONA AFECIONES
 - SEGUIDOR
 - 3 STRING DE PANELES
 - POWER BLOCK
 - STRING BOX
 - EDIFICIO DE CONTROL
 - ESTACION METEOROLOGICA
 - ARQUETA 1,00 x 1,00
 - ARQUETA PARARRAYOS 0,50 x 0,50
 - LINEAS ELECTRICAS EXISTENTES
 - APOYO EXISTENTE

NOTA
Todas las unidades en metros

DETALLE PUERTA DE ACCESO

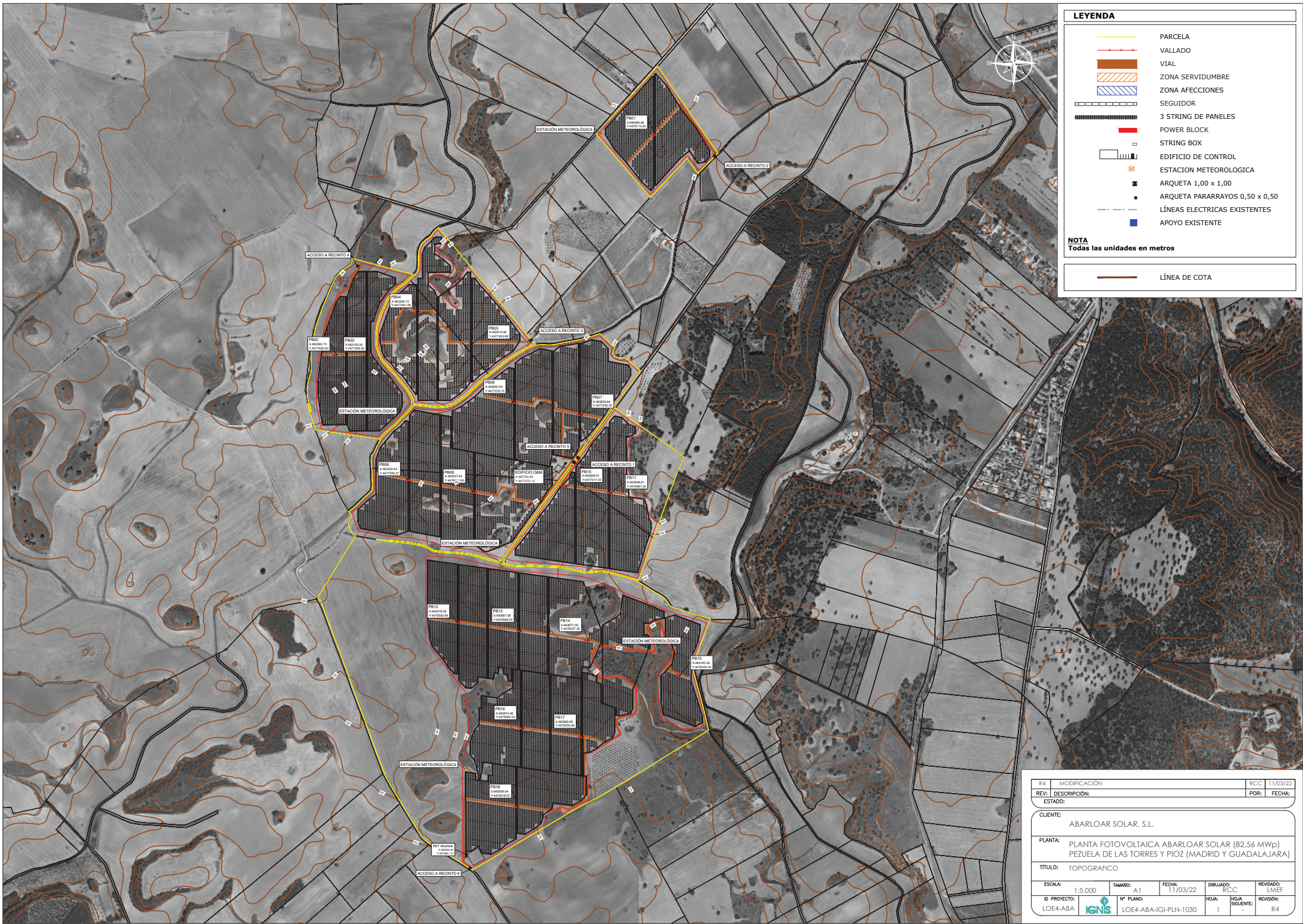


— — — — — RUTA DE ACCESO

**ACCESO A PLANTA
COORDENADAS UTM
ETRS89 - ZONA: 30N**

ACCESO	X	Y
1	483835.39	4477095.69
2	484276.06	4478049.72
3	483701.44	4477470.70
4	483169.47	4477702.84
5	483854.86	4477104.40
6	483515.92	4475828.91

R4	MODIFICACIÓN	RCC	11/03/22
REV:	DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
ESTADO:			
CUENTE:	ABARLOAR SOLAR, S.L.		
PLANTA:	PLANTA FOTOVOLTAICA ABARLOAR SOLAR (82.56 MWp) PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ (MADRID Y GUADALAJARA)		
TITULO:	ACCESOS PLANTA		
ESCALA:	1:6.000	TAMARO:	A1
ID PROYECTO:	LOE4-ABA	Nº PLANO:	LOE4-ABA-IGH-PLN-1020
FECHA:	11/03/22	DIBUJADO:	RCC
REVISADO:	LMF	HOJA:	1
REVISIÓN:	R4	HOJA SIGUIENTE:	



LEYENDA

PARCELA

VALLADO

VIAL

ZONA SERVIDUMBRE

ZONA AFECIONES

SEGUIDOR

3 STRING DE PANELES

POWER BLOCK

STRING BOX

EDIFICIO DE CONTROL

ESTACION METEOROLOGICA

ARQUETA 1,00 x 1,00

ARQUETA PARARRAYOS 0,50 x 0,50

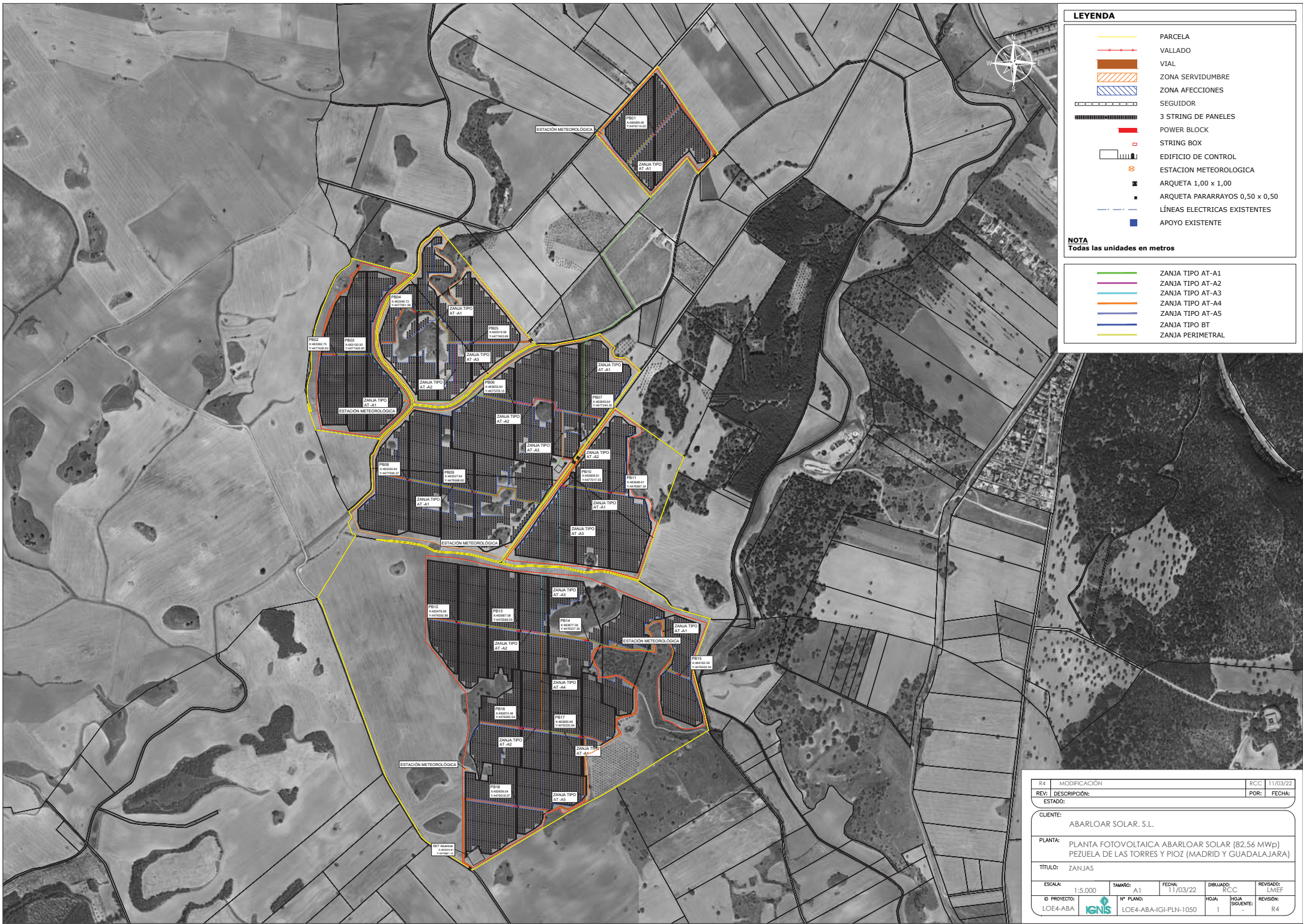
LÍNEAS ELÉCTRICAS EXISTENTES

APOYO EXISTENTE

NOTA
Todas las unidades en metros

LÍNEA DE COTA

R4	MODIFICACIÓN	RCC	11/03/22
REV:	DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
ESTADO:			
CLIENTE:			
ABARLOAR SOLAR, S.L.			
PLANTA:			
PLANTA FOTOVOLTAICA ABARLOAR SOLAR (82.56 MWp) PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ (MADRID Y GUADALAJARA)			
TÍTULO:			
TOPOGRÁFICO			
ESCALA:	1:5.000	TAMAÑO:	A1
FECHA:	11/03/22	DIBUJADO:	RCC
REVISADO:	LMEF		
ID PROYECTO:	LOE4-ABA	Nº PLANO:	LOE4-ABA-IGI-PLN-1030
HUJA:	1	HUJA SIGUIENTE:	R4



LEYENDA

PARCELA

VALLADO

VIAL

ZONA SERVIDUMBRE

ZONA AFECIONES

SEGUIDOR

3 STRING DE PANELES

POWER BLOCK

STRING BOX

EDIFICIO DE CONTROL

ESTACION METEOROLOGICA

ARQUETA 1,00 x 1,00

ARQUETA PARARRAYOS 0,50 x 0,50

LINEAS ELECTRICAS EXISTENTES

APOYO EXISTENTE

NOTA
Todas las unidades en metros

ZANJA TIPO AT-A1

ZANJA TIPO AT-A2

ZANJA TIPO AT-A3

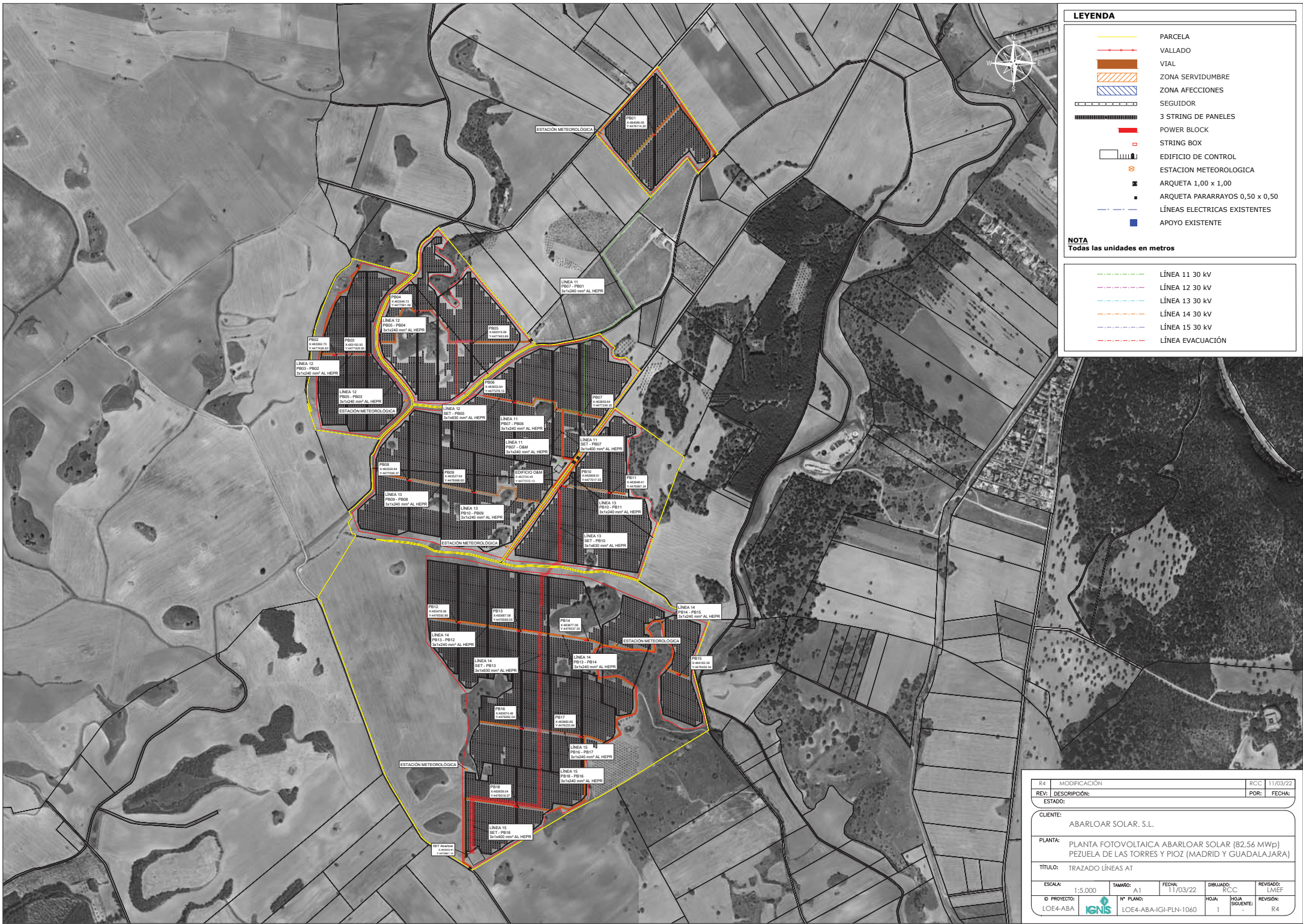
ZANJA TIPO AT-A4

ZANJA TIPO AT-A5

ZANJA TIPO BT

ZANJA PERIMETRAL

R4	MODIFICACIÓN	RCC	11/03/22
REV:	DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
ESTADO:			
CLIENTE:			
ABARLOAR SOLAR, S.L.			
PLANTA:			
PLANTA FOTOVOLTAICA ABARLOAR SOLAR (82.56 MWp) PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ (MADRID Y GUADALAJARA)			
TÍTULO:			
ZANJAS			
ESCALA:	1:5.000	TAMAÑO:	A1
FECHA:	11/03/22	DIBUJADO:	RCC
REVISADO:	LMEF		
ID PROYECTO:	LOE4-ABA	Nº PLANO:	LOE4-ABA-IGI-PLN-1050
HOLIA:	1	HOLIA SIGUIENTE:	R4
REVISIÓN:			



LEYENDA

PARCELA

VALLADO

VIAL

ZONA SERVIDUMBRE

ZONA AFECIONES

SEGUIDOR

3 STRING DE PANELES

POWER BLOCK

STRING BOX

EDIFICIO DE CONTROL

ESTACION METEOROLOGICA

ARQUETA 1,00 x 1,00

ARQUETA PARARAYOS 0,50 x 0,50

LÍNEAS ELÉCTRICAS EXISTENTES

APOYO EXISTENTE

NOTA
Todas las unidades en metros

LÍNEA 11 30 kV

LÍNEA 12 30 kV

LÍNEA 13 30 kV

LÍNEA 14 30 kV

LÍNEA 15 30 kV

LÍNEA EVACUACIÓN

R4	MODIFICACIÓN	RCC	11/03/22
REV:	DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
ESTADO:			
CLIENTE:			
ABARLOAR SOLAR, S.L.			
PLANTA:			
PLANTA FOTOVOLTAICA ABARLOAR SOLAR (82.56 MWp) PEZUELA DE LAS TORRES Y PIOZ (MADRID Y GUADALAJARA)			
TÍTULO:			
TRAZADO LÍNEAS AT			
ESCALA:	1:5.000	TAMAÑO:	A1
ID PROYECTO:	LOE4-ABA	FECHA:	11/03/22
Nº PLANO:	LOE4-ABA-IGI-PLN-1060	DIBUJADO:	RCC
HOJA:	1	REVISADO:	LMF
HOJA SIGUIENTE:		REVISIÓN:	R4

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

EVACUACIÓN DE ENERGÍA
DE PLANTA FOTOVOLTAICA EN
SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
ABARLOAR 220/30 kV

T.M. DE PEZUELA DE LAS TORRES (MADRID)



SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
ABARLOAR 220/30 kV

PROYECTO DE EJECUCIÓN

LOE4-ABA-IGI-PTA-1001-R1

Madrid, Agosto de 2020

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM)

El Ingeniero Industrial
D. Jorge Juan Nieto Ramos
Colegiado N° 09227

Firmado digitalmente por
NIETO RAMOS JORGE JUAN
- 05902174Y
Fecha: 2020.08.06 10:40:33
+02'00'

N° VISADO 202002309	FECHA DE VISADO 06/08/2020
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A N°:	NOMBRE
9227 COIIM JORGE JUAN NIETO RAMOS	

ÍNDICE DEL PROYECTO

DOCUMENTO 1: MEMORIA

DOCUMENTO 2: PLIEGOS DE CONDICIONES

DOCUMENTO 3: PLANOS

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5: RIESGOS LABORALES

DOCUMENTO 6: GESTIÓN DE RESIDUOS



PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOCUMENTO Nº 1:

MEMORIA

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES	5
2.	PROMOTOR Y OBJETO	5
2.1.	Objeto del proyecto	5
2.2.	Promotor	6
3.	SITUACIÓN.....	7
4.	NORMATIVA.....	8
4.1.	Normativa del sector eléctrico	¡Error! Marcador no definido.
4.2.	Normativa de seguridad y salud	¡Error! Marcador no definido.
4.3.	Normativa de obra civil.....	¡Error! Marcador no definido.
4.4.	Otras normativas	¡Error! Marcador no definido.
5.	CRITERIOS DE DISEÑO	11
5.1.	Condiciones ambientales	11
5.2.	Intensidad de cortocircuito	11
5.3.	Descripción de la instalación.....	11
6.	OBRA CIVIL	13
6.1.	Movimiento de Tierras.....	13
6.2.	Urbanización, viales y sistemas de drenajes	14
6.3.	Red de puesta a tierra.....	15
6.4.	Canalizaciones eléctricas.....	16
6.5.	Cimentaciones y bancadas	16
6.5.1.	Bancada para Transformador	17
6.6.	Depósito de Recogida de Aceite	17
6.7.	Muros Cortafuegos.....	18
6.8.	Edificio de control.....	18
6.9.	Cierre Perimetral, puerta de acceso y señalización	20
6.10.	Estructura metálica	20
7.	APARAMENTA DE 220 KV	23
7.1.	Interruptores automáticos	23
7.2.	Seccionadores	23
7.3.	Transformadores de intensidad	24
7.4.	Transformadores de tensión capacitivos.....	25
7.5.	Autoválvulas.....	25
7.6.	Conexiones	25
8.	TRANSFORMADOR DE PARQUE	27
8.1.	Características	27
8.2.	Condiciones de operación.....	28
8.3.	Accesorios	28
8.3.1.	Cuba	28
8.3.2.	Aceite dieléctrico.....	29
8.3.3.	Elementos de traslación, suspensión y elevación.....	29
8.3.4.	Bornas	29
8.3.5.	Equipo de conservación de aceite	29
8.3.6.	Conmutador de tomas en carga.....	30
8.3.7.	Instrumentos de medida de temperatura	30
8.3.8.	Equipo de refrigeración.....	30

8.3.9.	Transformadores de intensidad	31
8.3.10.	Armario de centralización de bornas.....	31
9.	APARAMENTA DE 30 KV.....	32
9.1.	Embarrado rígido	32
9.2.	Autoválvulas.....	32
9.3.	Reactancia de puesta a tierra	32
9.3.1.	Características	32
9.3.2.	Accesorios	33
9.4.	Conexiones	34
9.5.	CABINAS DE 30 KV.....	34
9.5.1.	Cabina de salida a transformador	34
9.5.2.	Transformador de medida de Tensión	35
9.5.3.	Cabinas de salida a línea.....	36
9.5.4.	Cabinas de transformador de SSAA.....	36
9.6.	Transformador de servicios auxiliares.....	37
9.6.1.	Características	37
9.6.2.	Accesorios	37
10.	CONTROL, MEDIDA Y PROTECCIONES	38
10.1.	Medida fiscal	38
10.2.	Control y protección de subestación	38
10.2.1.	Control y protección de transformador.....	38
10.2.2.	Control y protección de posición de línea	40
10.2.3.	Unidad de control de subestación.....	41
10.2.4.	SCADA de subestación	41
10.3.	Características constructivas comunes.....	42
10.3.1.	Armarios	42
10.3.2.	Bornas y cableado	43
10.4.	Sistema de control de parques fotovoltaicos.....	44
11.	SERVICIOS AUXILIARES	45
11.1.	Armarios de rectificador y baterías de 125 V c.c.....	45
11.2.	Armarios de servicios auxiliares.....	45
11.2.1.	Alcance	45
11.2.2.	Características constructivas	46
11.3.	Alumbrado y climatización	47
11.4.	Sistemas de seguridad.....	47
11.4.1.	Centralita de alarmas.....	47
11.4.2.	Panoplia de riesgo eléctrico.....	48
11.4.3.	Sistema contra incendios	48
12.	PLANIFICACIÓN	49
13.	CÁLCULOS	50
13.1.	Distancias mínimas.....	50
13.1.1.	Parque de 220 Kv	50
13.1.2.	Parque de 30 kV	51
13.2.	Red de tierra	52
13.2.1.	Normativa aplicable	52
13.2.2.	Datos de partida.....	52
13.2.2.1	Intensidad de falta a tierra:	52
13.2.2.2	Datos del terreno y de la capa de grava	52
13.2.2.3	Sección mínima del conductor	52
13.2.2.4	Diseño de la red de puesta a tierra	53

13.2.3.	Tensiones de paso y contacto admisibles	53
13.2.4.	Resistencia de la malla	55
13.2.5.	Cálculo de la corriente de malla	55
13.2.6.	Tensiones de paso y contacto calculadas	56
13.2.7.	Conclusiones	57
13.3	Estudio y modelado de cálculos de cortocircuito	57
14.	ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	58

1. ANTECEDENTES

El GRUPO IGNIS está promoviendo un contingente de 952 MWn con conexión en la subestación de la Red de Transporte Loeches 400 kV, propiedad de Red Eléctrica de España

Para la evacuación de la energía eléctrica producida por varias plantas solares fotovoltaicas se necesita una infraestructura de líneas y subestaciones que permitan conectar las plantas solares con la Red de LOECHES 400 kV.

La planta fotovoltaica descrita a continuación se encuentra integrada dentro del conjunto de 16 plantas con permiso para evacuar en la subestación mencionada anteriormente:

- 73,98 MWn Planta Fotovoltaica PFV ABARLOAR SOLAR

La citada planta fotovoltaica evacuará la energía generada a través de una nueva instalación eléctrica denominada subestación ABARLOAR 220/30 kV. Esta subestación conectará finalmente mediante una nueva línea aérea de 220 kV a la subestación Nimbo 400/220 kV que se conecta mediante una línea de 400 kV con la subestación existente ST LOECHES 400 kV propiedad de Red Eléctrica de España (en adelante REE), punto de entrega de la energía en la red de Transporte.

El desarrollo de esta instalación contribuirá al desarrollo de las energías renovables en la Comunidad de Madrid, para dar cumplimiento a las directivas europeas y objetivos nacionales que se han establecido en el PNIEC.

2. PROMOTOR Y OBJETO

2.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente Proyecto Oficial de Ejecución es la instalación de la nueva ST ABARLOAR 220/30 kV que incluirá las posiciones de línea y de transformación necesarias para evacuar a la Red de Transporte la energía producida por los parques fotovoltaicos mencionados anteriormente.

El municipio donde se ubica la ST ABARLOAR es Pezuela de las Torres (Madrid).

El resto de la infraestructura eléctrica (líneas de evacuación desde Abarloar hasta la SET Loeches 400, Piñón, Nimbo y ampliación de la ST LOECHES 400 de REE) no forman parte de este proyecto.

Atendiendo a lo establecido en la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico en su artículo 53, así como en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en sus artículos 115, 123 y 130 el objeto del presente proyecto también es el de solicitar la:

- Autorización administrativa previa
- Autorización administrativa de construcción

El presente proyecto describe técnicamente la subestación 220/30 kV de ABARLOAR con el objeto de obtener la preceptiva Autorización Administrativa de construcción y registro por parte de la Administración pública competente.

2.2. Promotor

El promotor de la instalación objeto del presente proyecto es:

1. ABARLOAR SOLAR, S.L.
 - **C.I.F.:** B-88206727
Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España
Teléfono: 91 005 9775

Y a efectos de notificaciones:

IGNIS DESARROLLO S.L.
C.I.F.: B- 87290805
Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España
Teléfono: 910059775

3. SITUACIÓN

La subestación de ABARLOAR estará localizada en el paraje denominado LAS NAVAS, en el T.M. de PEZUELA DE LAS TORRES, en la provincia de MADRID.

La altitud de la cota de explanación de la parcela donde se ubicará la subestación es 862,66 m.

El emplazamiento exacto de la instalación queda reflejado en el plano de situación geográfica, a escala 1:50.000, de la hoja de planos número 1 que forma parte del “Documento 3: Planos” y que acompaña a esta Memoria.

La parcela en la que se situará la subestación, de uso rústico y de propiedad privada, tiene la siguiente referencia catastral:

Polígono	Parcela	Referencia Catastral
2	1	28111A002000010000MH

La subestación se ubicará en la parte norte de la parcela. Las coordenadas ETRS89 / UTM Huso 30N aproximadas de las esquinas de la subestación son las siguientes:

483505,20 ; 4475869,49
483539,58 ; 4475889,93
483559,56 ; 4475856,32
483525,18 ; 4475835,88

La parcela prevista para la subestación y la situación ocupada por la misma dentro de ella pueden verse en el plano de emplazamiento de parcela, de la hoja de planos número 2 que forma parte del “Documento 3: Planos” y que acompaña a esta Memoria.

4. NORMATIVA

Se aplicarán las normas citadas en los documentos que conforman el presente proyecto. Asimismo, se tendrán en cuenta las actualizaciones posteriores a las normas citadas en el presente proyecto.

4.1. Normativa del sector eléctrico

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019 del 19 de diciembre con las Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, por el que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio, publicado en BOE número 135 de 6 de junio de 1986.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial, declarando de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas de los cables conductores desnudos de aluminio-acero, aluminio homogéneo y aluminio comprimido.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- 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.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE N.º 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, editada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

4.2. Normativa de seguridad y salud

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 50/98. Modificación de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y su modificación en el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, publicado en BOE número 97 de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, publicado en BOE número 188 de 7 de agosto de 1997.
- Real Decreto 773/97. Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

4.3. Normativa de obra civil

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).

- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16)
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras. -Remates de obras.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

4.4. Otras normativas

- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento.

5. CRITERIOS DE DISEÑO

5.1. Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales del emplazamiento son las siguientes:

Altitud	862,66 m
Zona a efectos de diseño	B
Temperaturas extremas	+45° / -15°
Velocidad del viento de diseño	140 Km/h
Contaminación ambiental	Medio
Nivel de niebla	Bajo

5.2. Intensidad de cortocircuito

De acuerdo al Informe Anual de la Evolución de la Corriente de Cortocircuito en la red de transporte del Sistema Eléctrico Peninsular Español en el año 2019 de REE, los valores estadísticos de la intensidad de cortocircuito trifásico (Icc 3Φ), intensidad de cortocircuito monofásico (Icc 1Φ) y relación X/R en LOECHES 400 KV son los siguientes:

	P1	P5	P10	P50	P90	P99
Icc 3Φ (kA)	15,5	16,4	17,2	22,1	28,0	30,6
Icc 1Φ (kA)	17,2	18,0	18,8	23,5	29,2	31,7
X/R	10,9	11,1	11,2	11,5	11,9	12,3

A efectos de cálculo de esfuerzos de cortocircuito trifásico, se consideran los siguientes valores de intensidad de cortocircuito de diseño:

- Barras de 220 kV: 40 kA, 1 s
- Barras de 30 kV: 25 kA, 1 s

5.3. Descripción de la instalación

La subestación estará compuesta por:

- UNA posición de línea-transformador de 220 kV de intemperie compuesta de:
 - o Tres transformadores de tensión capacitivos
 - o Un seccionador tripolar de línea con puesta a tierra
 - o Tres transformadores de intensidad
 - o Tres interruptores automáticos monopolares
 - o Tres autoválvulas con contador de descargas
- UN transformador principal, con las siguientes características:

- Potencia nominal: 60/80 MVA ONAN/ONAF
 - Relación de transformación: $232 \pm 15\%$ / 30 KV
 - Grupo de conexión: YNd11
- UN embarrado de 30 KV de intemperie incluyendo:
 - Tres aisladores soporte
 - Tres autoválvulas
 - Una reactancia de puesta a tierra.
- UN conjunto de celdas de 30 KV de aislamiento en SF₆ compuestos cada uno por:
 - Una cabina de transformador principal
 - Cinco cabinas de salida de línea
 - Una cabina de salida de línea reserva
 - Una cabina de TSA
 - Tres transformadores de medida de Tensión
- UN sistema de control y protección formado por:
 - Un armario de control y protección de línea (CP-L)
 - Un armario de control y protección de transformador (CP-T)
 - Un armario de control de subestación (UCS)
 - Un SCADA de subestación (SCS)
 - Un armario colector de F.O. de línea de A.T./M.T.
 - Un armario de control de parque
- Un sistema de servicios auxiliares formado por:
 - Un cuadro general de corriente alterna (CGCA)
 - Un cuadro general de corriente continua (CGCC)
 - Un sistema rectificador redundante con baterías de 125 Vcc

6. OBRA CIVIL

La ejecución de la subestación requiere la realización de los trabajos de obra civil siguientes:

- Movimiento de tierras para la formación de la plataforma sobre la que se construirá la subestación, incluyendo adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota de explanación.
- Urbanización del terreno incluyendo viales de acceso y viales interiores, sistema de drenajes y capa de grava superficial.
- Red de puesta a tierra.
- Construcción de un edificio para equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de 30 kV.
- Cimentaciones para la aparamenta, bancada para el transformador, depósito de recogida de aceite y muro cortafuegos cuando proceda.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

6.1. Movimiento de Tierras

Se realizará el movimiento de tierras necesario para la formación de una plataforma explanada de $40 \times 39,1 = 1.564 \text{ m}^2$ de superficie que deberá ser totalmente horizontal o en algunos casos, contar con una pendiente del 1% para facilitar la circulación de aguas pluviales superficiales.

El Nivel de terreno explanado (NTE) será determinado en base a la topografía de la parcela y las características del terreno tal que se minimice la retirada de materiales procedentes de la excavación y que los desmontes o terraplenes no tengan una altura superior a 2,5-3 m. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%, usando talud 2:1 o inferior.

Si al ejecutarse la explanada, las laderas o taludes presentan problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado.

Todas las edificaciones que se requieran deberán separar su línea de fachada de la base o coronación de un desmonte o terraplén una distancia mínima de 3 m.

Las dimensiones de la parcela serán suficientes para permitir el movimiento de los equipos de alta tensión y el transformador, así como la ejecución de las maniobras de operación y mantenimiento, en condiciones de seguridad, de acuerdo con las prescripciones de ITC-RAT-15.

Esta explanada deberá tener capacidad suficiente para el uso previsto sin que se produzcan hundimientos, siendo de categoría E1.

Los rellenos para la formación de la explanada se realizarán por capas de 30 cm máximo de espesor y estarán debidamente compactadas. Se permitirá el uso de los siguientes suelos:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma, de al menos 25 cm de espesor.
- Suelos Adecuados: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

Los suelos clasificados como inadecuados procedentes del desmonte serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno.

El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Para el adecentamiento con grava de la subestación, se tendrá en cuenta que la cota de explanación del terreno corresponde con la cota -0,15 m de la subestación.

6.2. Urbanización, viales y sistemas de drenajes

Para un menor impacto visual en la zona se seguirán las indicaciones del Estudio de Impacto Ambiental, en lo que respecta a la Urbanización exterior.

Se deberá proteger la plataforma frente a la escorrentía superficial, evacuando esta hacia zonas más deprimidas. También será necesario proteger las zonas de recepción para evitar la erosión y reducir la velocidad del agua (podrán usarse empedrados o soluciones equivalentes).

Con el fin de facilitar el drenaje y de mejorar las tensiones de paso y contacto, se extenderá una capa de grava de 150 mm de espesor por todo el parque salvo las zonas de viales y aceras. Estas zonas con grava se delimitarán con bordillo perimetral.

La subestación dispondrá de una serie de viales internos para facilitar el acceso a las distintas partes de la misma y poder realizar los correspondientes trabajos de mantenimiento.

La realización de los viales interiores incluye la excavación, cajeado, relleno con capa de material seccionado de 20cm de espesor, compactación de las distintas capas, mallazo y una capa de hormigón en masa de 20 cm de espesor. Así mismo se dotará al vial de una pendiente del 2% hacia los lados del mismo para evitar la acumulación del agua de lluvia en el mismo.

La anchura de los viales será de 5 m.

Asimismo, se diseña a un sistema de drenaje utilizando tubos drenantes de PVC de 120 mm de diámetro nominal que se dispondrán en zanjas enterradas rellenas de grava y en contacto con la capa de grava superficial. Los tubos drenantes conectarán con la tubería de drenaje para hasta el punto de evacuación. En las uniones entre distintas líneas de drenaje se dispondrán arquetas de registro.

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales o de deshielo procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante cunetas y sus imbornales y sumideros. Se tendrá en cuenta la construcción de terraplenes y desmontes que se hayan podido ejecutar junto con la explanada, de manera que en la superficie de recogida de precipitaciones (dato inicial) se considerará, además de la superficie propia de la plataforma, la superficie correspondiente a la proyección horizontal de los terraplenes.

- La evacuación de las aguas recogidas a través de arquetas y colectores longitudinales, preferentemente y siempre que sea posible a sistemas de alcantarillado. En caso de no ser posible la conducción hasta un sistema de alcantarillado, el vertido se podrá realizar por playa de grava, vertido natural o pozo filtrante.

- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la instalación, mediante su acondicionamiento y la construcción de obras de drenaje transversal.

6.3. Red de puesta a tierra

La malla de puesta a tierra de la subestación se ha calculado conforme a lo prescrito en la norma ITC-RAT 13, siguiendo el método de cálculo definido en la norma IEEE 80-2000. El detalle del cálculo se encuentra en el capítulo de cálculos.

Se realizará con conductor de cobre desnudo de 120 mm² de sección enterrado a 0,5 m de profundidad. Se instalará un conductor de tierra 1 m por el exterior de la valla perimetral, y otro por el interior de la valla perimetral. Asimismo, se instalarán picas de 2 m de profundidad en el perímetro exterior de la subestación y en el neutro del transformador principal.

A esta malla se conectarán el cable de cobre y las pantallas de los cables de las líneas subterráneas, las tierras de protección y las tierras de servicio. Con esta configuración de electrodo se reducen casi completamente las tensiones de paso y contacto, anulándose el peligro de electrocución del personal de la instalación.

Todas las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión tipo Cadwell, y los cables de tierra se fijarán a los soportes metálicos de la aparamenta de la subestación con grapas de conexión a compresión adecuadas.

6.4. Canalizaciones eléctricas

Las canalizaciones de cables de MT desde el transformador hasta las celdas se realizarán con tubos corrugados de 120 mm de diámetro enterrados a 1 m de profundidad, instalándose arquetas de registro en la llegada al embarrado de MT, en el acceso al edificio y en los giros a 90°.

Las canalizaciones de los cables de fuerza y control serán de dos tipos:

- Canalizaciones principales realizadas con canales prefabricados de hormigón de 30 cm de anchura, con tapas de hormigón registrables.
- Canalizaciones secundarias con tubos de PVC de 63 mm de diámetro nominal para acceso desde las canalizaciones principales a la aparamenta.

El cruce del vial se realizará mediante un paso hormigonado tanto en el caso de cables de MT como de fuerza y control.

6.5. Cimentaciones y bancadas

Para soporte y sujeción de los elementos instalados en la subestación, se dispondrá de cimentaciones adecuadas a tal efecto. Las cimentaciones a construir son las de los pórticos de líneas, soportes para los embarrados principales y secundarios, y soportes para el aparellaje de la instalación.

En función de las estructuras a cimentar y las características del terreno se podrá optar por las siguientes soluciones:

- Fundaciones de hormigón en masa.
- Fundaciones de hormigón armado.

Las cimentaciones de las estructuras metálicas se realizarán mediante dados de hormigón en masa de 250 kg/cm² de resistencia a la compresión. Se dejarán previstos los pernos de anclaje, plantillas y tubos de PVC necesarios para el paso de cables.

Las cimentaciones a realizar tendrán canalizaciones de tubo de PVC que permitan el paso de los latiguillos de tierra hacia las estructuras metálicas, y de ahí a los equipos, así como de tubo independiente del anterior para el paso de cables aislados de alimentación y control.

Las bancadas serán de hormigón armado y se construirán sobre una base de hormigón de limpieza.

El hormigón a emplear será fabricado en central y transportado a obra en camión hormigonera. Tendrá un tamaño de árido máximo de 25-30 mm.

6.5.1. Bancada para Transformador

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte, un foso de recogida de aceite y arquetas para paso de cables y conexión. Las dimensiones en planta de la bancada serán tales que cualquier elemento en proyección de la máquina esté situado en el interior de la misma, con un margen mínimo de 20 centímetros al borde.

Básicamente la bancada estará constituida por una losa sobre la que se embeberá vías de rodadura tipo RENFE para el apoyo del transformador de parque en caso de ser necesario, un cubeto comunicado mediante un tubo de fibrocemento enterrado en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida y arquetas para paso de cables y conexión.

Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-35/P/20/IIa. - Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S - Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

6.6. Depósito de Recogida de Aceite

Con el fin de evitar el vertido involuntario de residuos industriales al terreno, alcantarillado o cauces públicos se realizará junto a la cimentación del transformador un cubeto de recogida del aceite. Dado que los transformadores están a la intemperie, el cubeto recogerá asimismo el agua de la lluvia de manera que en un momento determinado y a través del sistema de desagüe lleguen al depósito recolector agua y aceite mezclados.

El depósito de aceite subterráneo se construirá en hormigón armado y tendrá un volumen de entre un 30-50 % superior al volumen total de aceite del transformador de mayor tamaño de la instalación.

Se diseñará y construirá totalmente estanco sin desagüe. El vaciado del mismo se realizará mediante una bomba sumergible de accionamiento automático o manual que desaguará a una arqueta construida en la parte exterior del depósito. Esta arqueta dispondrá de un desagüe que permita el vaciado del depósito en el caso que el líquido contenido no tenga elementos contaminantes. La bomba dispondrá de paro automático mediante un indicador de nivel mínimo que emitirá la señal correspondiente cuando en el proceso de vaciado del depósito se alcance el nivel mínimo de funcionamiento. Se instalará también un indicador de

nivel máximo situado en una cota que impida que el nivel del agua sobrepase el 15% de la capacidad total del depósito.

El depósito recolector dispondrá de un tratamiento adecuado para impedir fugas de aceite hacia el terreno. Se construirá sobre una solera de hormigón de limpieza de al menos 10 cm. de espesor y se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa con acero corrugado Acero B400S ($f_y > 400$ N/mm²) atado con alambre recocido.

Estará dotado de una arqueta superior con escalera de patés para su acceso interior.

Para conseguir la estanqueidad requerida se sellarán las juntas de construcción mediante perfiles elastómeros extruidos (juntas horizontales) y cintas flexibles de cloruro de polivinilo (juntas verticales). Como actuación adicional se revestirá toda la superficie con un tratamiento impermeabilizante a base de pinturas resinas especiales.

6.7. Muros Cortafuegos

En instalaciones con dos o más transformadores de potencia se deberá instalar un muro cortafuegos entre las máquinas adyacentes. El muro será prefabricado con pilares soportes y paneles o de obra con esqueleto metálico.

Las dimensiones y características mínimas de los muros serán las siguientes:

- Se elevará como mínimo 35 cm. en relación con el punto más alto de la cuba o depósito de expansión del transformador.
- Sobresaldrá lateralmente 65 cm. con respecto a la cuba o radiadores del transformador.
- Tendrá un RF180.

6.8. Edificio de control

Se construirá un edificio de control de unos 73,16 m², de acuerdo a los planos de planta y alzado adjuntos a la especificación.

El edificio incluirá, además de los equipos eléctricos propios de la subestación, instalaciones que permitan la operación y mantenimiento de los parques fotovoltaicos a ella conectados.

Las salas previstas son las siguientes:

- Sala eléctrica: Incluye las cabinas de M.T. de los parques fotovoltaicos,
- Sala de control: Incluye los armarios de medida, control y protecciones de A.T., el armario de medida fiscal, un armario de

control de parque, los cuadros de servicios auxiliares de CA y de CC, el sistema de rectificación de baterías con las baterías y una posición de trabajo para el Scada de subestación

El edificio se construirá enteramente con materiales no combustibles. Los elementos delimitadores (muros exteriores, solera y cubierta) y los estructurales (vigas, pilares) tendrán una resistencia al fuego de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación y los materiales constructivos del revestimiento exterior (paramentos, pavimentos y techo) también deben ser acordes con esta normativa.

El edificio se proyecta con estructura de zapatas, muros, vigas y pilares de hormigón armado. Los cerramientos exteriores se realizan con bloques de hormigón y la pintura será al plástico liso en paredes y techos.

Todos los elementos deberán cumplir con la carga de fuego que se requiera de acuerdo con el estudio contraincendios del edificio en el que se recogerá la adecuación a la normativa que se debe cumplir a este respecto.

El acabado de la solera se realiza con una capa de mortero de cemento de composición adecuada para evitar la formación de polvo y ser resistente a la abrasión. Tendrá una ligera pendiente hacia un punto de recogida de líquidos. En la realización del suelo se deberá tener en cuenta la colocación de tubos, registros, canalizaciones de cables, malla de tierra, empotramiento de herrajes, etc.

Se realizará un sistema de canales cables de 60 cm de anchura para facilitar el acceso de los cables de alta tensión a las celdas o transformadores. Asimismo, se realizará un sistema de canales de cables de control de 30 cm de anchura. Tendrán la solera inclinada con pendiente del 1% hacia la arqueta o sumidero.

Los canales o fosos de cables irán cubiertos con tapas de chapa lagrimada apoyadas sobre un cerco bastidor constituido por perfiles recibidos en el piso.

Las puertas exteriores del edificio se ejecutarán con perfilería metálica en acero galvanizado y al igual que las ventanas, tendrán resistencia al fuego RF-90 y demás características de acuerdo a la norma Código Técnico de la Edificación. Las puertas abrirán hacia el exterior.

Exteriormente el Edificio irá rematado con una acera perimetral terminada con baldosa hidráulica y de una anchura variable entre 1 y 1,3 m.

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas que impidan la entrada de agua y en su caso tendrán una tela metálica que impida la entrada de insectos.

Las entradas de cables a los distintos cuadros y celdas y al exterior del edificio se terminarán con espuma a fin de evitar la entrada de animales.

El edificio estará construido de forma que su interior presente una superficie equipotencial. En la zanja de cimentación, bajo el perímetro del edificio se instalará un anillo cerrado de conductor de cobre de 95 mm². Este anillo se unirá eléctricamente a la red de tierra. A profundidad máxima de 10 cm se instalará un mallazo de redondo mínimo 8 mm y retícula 300 x 300 mm que se unirá a la red de tierra por el mismo procedimiento. En caso de que existan armaduras metálicas en los paramentos, éstas se unirán a la estructura metálica del piso.

El local contará con los dispositivos necesarios para permanecer habitualmente cerrado, incluyendo sistemas de alarma contra incendios y antiintrusismo.

6.9. Cierre Perimetral, puerta de acceso y señalización

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la instalación, situado a una adecuada distancia de los taludes de desmonte y de la plataforma en la zona de terraplén.

El cerramiento exterior estará formado por malla metálica de 2,30 m de altura, soportada por postes metálicos galvanizados fijados sobre cimentación de apoyo de hormigón de 0,3 m de altura.

Para el acceso exterior se instalará una puerta de acceso de vehículos motorizada de 6 m de anchura con una puerta peatonal anexa de 1m.

Las funciones principales de este vallado serán las siguientes:

- Evitar que personas ajenas a la subestación lleguen a estar próximas a elementos en tensión, protegiéndolas de su integridad física.
- Proteger las instalaciones de posibles daños intencionados.
- Evitar posibles robos en las instalaciones y en el edificio de celdas control.

La totalidad de los accesos a la subestación, edificio principal y anexos estarán dotados de la señalización reglamentaria para instalaciones de Alta Tensión, compuesta por pictogramas que adviertan del peligro de la instalación.

6.10. Estructura metálica

Se instalará la siguiente estructura metálica:

- UN (1) pórtico de llegada de línea aérea de 220 KV de las siguientes dimensiones:

Altura de fases:	15,50 m
Altura de cable de tierra:	19 m
Vano del pórtico:	13,50 m
- Estructura soporte de los siguientes elementos de 220 kV

TRES (3) transformadores de tensión capacitivos

- UN (1) seccionadores trifásicos con puesta a tierra
- TRES (3) transformadores de intensidad
- TRES (3) interruptores automáticos unipolares
- TRES (3) autoválvulas
- UNA (1) estructura soporte de equipos de 30 kV con:
 - Soporte del embarrado de salida de transformador principal
 - UNA (1) Reactancia de puesta a tierra
 - TRES (3) autoválvulas
- Estructura soporte de otros elementos:
 - DOS (2) proyectores de alumbrado por báculo
 - Báculos de alumbrado exterior

Toda la estructura metálica se fabricará con perfiles normalizados de alma llena protegidos contra la corrosión mediante galvanizado en caliente. El acero será procedente de laminación y se ajustará a las características correspondientes de la calidad soldable tipo S 275 JR (EN 10027-1), equivalente al A44b o calidad semejante.

Estas estructuras de soporte estarán formadas por perfiles en U (UPN), o con piezas angulares empresilladas tipo celosía, con objeto de conseguir sencillez y economía.

El coeficiente de mayoración de cargas se adoptará para los estados de carga definitivos y la seguridad de las estructuras irá referida al límite de fluencia del material en las peores condiciones de funcionamiento y de sobrecarga no debiendo ser inferior a dos.

Las dimensiones de las estructuras son tales que las bornas de los distintos equipos y los conductores se encuentran a la distancia exigida por los reglamentos vigentes, y la base de los aisladores a más de 230 cm del nivel del suelo.

El tratamiento final de todas las estructuras que componen el parque de intemperie será galvanizado en caliente por inmersión, con un espesor mínimo resultante de 80 micras. Las piezas que componen la estructura deben salir de los talleres totalmente mecanizadas y taladradas para proceder a su galvanizado totalmente construidas.

La tornillería de unión de las estructuras será de acero galvanizado con objeto de evitar la corrosión. La tornillería de fijación de la aparamenta a sus respectivos soportes será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Será de medidas métricas según DIN 933, con arandelas según DIN 7980 y la calidad de esta tornillería será A2 de 800 N/mm² de límite elástico, según norma UNE EN ISO 3506-1:2010.

Las estructuras irán atornilladas a los pernos que se colocarán en sus cimentaciones correspondientes mediante las plantillas suministradas por el proveedor de las estructuras.

La tornillería y demás piezas de pequeño tamaño estarán realizadas en acero inoxidable.

Los materiales de soldeo (varillas, electrodos) serán utilizados teniendo en cuenta las recomendaciones particulares del fabricante.

Antes de iniciar la fabricación, el fabricante de las estructuras realizará cuantas pruebas sean necesarias para la correcta cualificación de los distintos métodos de soldeo manual, automático o combinación de los mismos, a tope o en ángulo, tanto de procedimientos de soldeo como en homologación de los soldadores que deban intervenir en la misma (según norma UNE o ASME IX).

El trazado y taladrado de agujeros deberá permitir el montaje de los diferentes elementos sin forzarlos.

Las dimensiones de los taladros serán:

- Para tornillo de M12, taladro de 14 mm de diámetro
- Para tornillo de M16, taladro de 18 mm de diámetro
- Para tornillo de M18, taladro de 20 mm de diámetro
- Para tornillo de M20, taladro de 23 mm de diámetro

La tolerancia en todos los casos será de +0,4 mm sobre el material en negro.

Todas las estructuras irán atornilladas a los pernos que se encuentran ya embebidos en las fundaciones correspondientes.

El montaje se realizará de forma que ningún elemento quede sometido a esfuerzos mayores que aquellos para los que ha sido calculado.

7. APARAMENTA DE 220 KV

Se incluyen los equipos indicados a continuación, todos ellos con las siguientes características comunes:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-1:2009 UNE-EN 62271-1/A1:2011
Instalación	Exterior
Aisladores	Porcelana marrón
Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	220 KV
Tensión primaria de aislamiento	245 KV
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min:	460 KV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 μ s):	1050 KV
Línea de fugas	25 mm/KV

7.1. Interruptores automáticos

TRES (3) interruptores automáticos unipolares con las siguientes características:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-100:2011 UNE-EN 62271-104:2010
Método de extinción del arco	SF ₆
Corriente asignada	2500 A
Poder de corte nominal (valor eficaz)	40 KA
Poder de corte nominal (valor de cresta)	100 KA
Ciclo de operación	A-0,3s-CA-1min-CA
Tiempo de corte máximo	60 ms
Protección del cuadro de mando	IP 55
Mando	Eléctrico unipolar
Número de bobinas de apertura máxima tensión	2
Número de bobinas de apertura mínima tensión	0
Número de bobinas de cierre máxima tensión	1
Tensión de las bobinas	125 V d.c.
Tensión del motor de carga de muelles	125 V d.c.
Resistencia de caldeo	220 V c.a.
Dispositivo antibombeo	SI
Nivel de aislamiento de circuitos de control	600 V
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min	2 KV
Sección mínima de cableado de control	1,5 mm ²

7.2. Seccionadores

UN (1) seccionador trifásico con puesta a tierra en uno de los extremos, enclavado mecánicamente con el seccionador de línea, con las características especificadas a continuación:

Normativa aplicable	UNE-EN 62271-102:2005 UNE-EN 62271-104:2010
Tipo constructivo	3 columnas
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad máxima de corta duración (1s)	40 KA
Intensidad máxima (valor de cresta)	100 KA
Protección del cuadro de mando	IP 55
Mando seccionador de línea	Eléctrico
Mando seccionador de puesta a tierra	Eléctrico
Tensión del motor	125 V d.c.
Resistencia de caldeo	220 V c.a.
Nivel de aislamiento de circuitos de control	600 V
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min	2 KV
Sección mínima de cableado de control	1,5 mm ²

7.3. Transformadores de intensidad

TRES (3) transformadores de intensidad con las características especificadas a continuación:

Normativa aplicable	UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-2:2013
Intensidad nominal primario	200-400 A
Secundario 1 Intensidad nominal	5 A
Potencia	20 VA
Precisión	Cl 0,5
Secundario 2 Intensidad nominal	5 A
Potencia	50 VA
Precisión	5P20
Secundario 3 Intensidad nominal	5 A
Potencia	50 VA
Precisión	5P20
Secundario 4 Intensidad nominal	5 A
Potencia	50 VA
Precisión	5P20
Intensidad límite térmica	40 KA
Intensidad límite dinámica	100 KA

El cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos

Nivel de aislamiento de circuitos de medida	0,6/1 KV
Sección mínima del cableado de los secundarios	6 mm ²

7.4. Transformadores de tensión capacitivos

TRES (3) transformadores de tensión capacitivos, con las características especificadas a continuación:

Normativa aplicable	UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-5:2012
Tensión nominal primario	220 / $\sqrt{3}$ KV
Secundario 1 Tensión nominal	110 / $\sqrt{3}$ V
Potencia	50 VA
Precisión	CI 0,5-3P
Conexión	Estrella
Secundario 2 Tensión nominal	110 / $\sqrt{3}$ V
Potencia	50 VA
Precisión	CI 3P
Conexión	Estrella

El cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos

Nivel de aislamiento de circuitos de medida	0,6/1 KV
Sección mínima del cableado de los secundarios	6 mm ²

En cada juego se instalará una caja de formación de tensiones de protección, donde por cada secundario se instalarán tres salidas protegidas por interruptor magnetotérmico.

7.5. Autoválvulas

TRES (3) autoválvulas, equipadas cada una con un contador de descargas con miliamperímetro, con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	UNE-EN 60099-4:2005
Tipo de neutro	Rígido a tierra
Tensión nominal (Ur)	192 KV
Tensión de operación continua (Uc):	154 KV
Tensión de operación temporal (10 s):	211 KV
Tiempo sobretensión temporal	10 s
Tensión residual 8/20 μ s (10 KA)	452 KV

7.6. Conexiones

El tendido de interconexión entre aparatos de 220 KV se realizará con conductor flexible de aluminio-acero tipo LA 545 CARDINAL con las siguientes características:

Sección total	547,3 mm ²
Diámetro de alma / exterior	10,1/ 30,4 mm
Peso propio unitario	1,831 kg/m
Carga de rotura del material	174,14 kN
Módulo de elasticidad (E)	70.000 N/mm ²

Resistencia eléctrica a 20°C	0,0597 Ω /km
Coeficiente de dilatación lineal (σ)	0,0194 mm/m°C
Intensidad máxima	990 A.

En los tramos correspondientes a los tendidos de interconexión de aparatos, se instalan aisladores C10-1050, de las siguientes características mecánicas:

Carga de rotura a flexión	10.000 N
Carga de rotura a torsión	4.000 Nm
Altura del aislador	2.300 mm
Altura de la pieza soporte	175 mm
Línea de fuga	6.125 mm

8. TRANSFORMADOR DE PARQUE

UN (1) transformador trifásico con las siguientes características:

8.1. Características

Norma aplicable:	
UNE-EN 60076-1:2013	UNE-EN 60076-2:2013
UNE-EN 60076-3:2014	UNE-EN 60076-5:2008
Servicio	Continuo
Aislamiento	Aceite mineral
Refrigeración	ONAN / ONAF
Frecuencia nominal	50 Hz
Potencia nominal	60 / 80 MVA
Relación de transformación	232±15% / 30 KV
Grupo de conexión	YNd11
Altitud sobre el nivel del mar	< 1000 m
Instalación	Intemperie
Temperatura máxima de operación	40° C
Clase de protección contra corrosión	C4
Color	RAL 7030

Nivel de aislamiento del arrollamiento primario:

Tensión primaria de aislamiento	245 KV
Tensión de ensayo 50 Hz 1min	460 KV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 µs)	1050 KV

Nivel de aislamiento del neutro del arrollamiento primario:

Tensión primaria de aislamiento	52 KV
Tensión de ensayo 50 Hz 1min	95 KV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 µs)	250 KV

Nivel de aislamiento del arrollamiento secundario:

Tensión primaria de aislamiento	36 KV
Tensión de ensayo 50 Hz 1min	70 KV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 µs)	170 KV

Núcleo

Chapa de acero al silicio de grano orientado aislada con esmalte por cada cara.

La forma constructiva del núcleo será de 3 columnas.

Devanados

Los devanados de alta y de baja estarán realizados en cobre.

8.2. Condiciones de operación

Los transformadores deberán suministrar su potencia nominal, para una tensión en bornas de Alta Tensión entre el 95 % y el 105 % de la tensión nominal, con un factor de potencia en la red de 0,9 o más alto, sin que se sobrepasen los siguientes valores de calentamiento:

Capa superior del aceite	60° C
Cobre, valor medio	65° C
Cobre, punto más caliente	78° C

Los transformadores deberán ser capaces de funcionar continuamente a plena carga con una sobreexcitación del 10%.

Los transformadores deberán estar diseñados para soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito trifásico en bornas de BT durante al menos 2 s.

8.3. Accesorios

8.3.1. Cuba

La cuba del transformador deberá soportar, sin sufrir deformaciones permanentes, una presión 25% mayor que la presión máxima de trabajo resultante del sistema de preservación de aceite utilizado, así como soportar el vacío absoluto en su interior para el llenado de aceite.

La unión entre la parte superior e inferior de la cuba del transformador será atornillada.

El transformador dispondrá de los registros necesarios para montaje y conexión de las bornas y acoplamiento del mando del conmutador de tomas de vacío.

Las bridas para bornas, tapas, registros y demás accesorios atornillados deberán diseñarse de forma que la junta de estanqueidad no quede expuesta a la intemperie, e irán provistas de superficies de asiento que impidan el aplastamiento de dicha junta.

La cuba del transformador debe incorporar los siguientes elementos:

- Válvula de sobrepresión
- Placas de puesta a tierra

- Placa de características
- Válvulas de aceite de la cuba
- Juego completo de juntas

8.3.2. Aceite dieléctrico

Se suministrará un llenado completo de aceite dieléctrico en obra. El aceite será mineral, sin aditivos y de acuerdo con la norma CEI 60296.

8.3.3. Elementos de traslación, suspensión y elevación

El transformador deberá estar provisto de los siguientes elementos:

- Carretón de transporte orientable en dos direcciones perpendiculares con ruedas de una sola pestaña (indicar distancias requeridas entre carriles).
- Ganchos de arrastre en ambas direcciones y sentidos de traslación.
- Ganchos para suspensión del transformador completo.
- Cáncamos para suspensión de la parte superior de la cuba.
- Apoyos para elevación por gatos hidráulicos.
- Accesorios para transporte por carretera.

8.3.4. Bornas

Se suministrarán 3 bornas de A.T., 1 de neutro de A.T. y 3 de M.T. Las bornas de A.T. serán de tipo condensador. Las de M.T. serán de porcelana esmaltada.

Las bornas deberán tener una intensidad nominal un 20% superior que la de su devanado y deberán ser capaces de soportar la sobrecarga e intensidad de cortocircuito especificada para el transformador.

Las bornas estarán de acuerdo con el nivel de aislamiento especificado para cada arrollamiento. La longitud específica de la línea de fuga de las bornas no deberá ser inferior a 25 mm/ kV.

El diseño de las bornas y del transformador deberá permitir la instalación y sustitución de las mismas sin que esto requiera reducir el nivel de aceite de la cuba por debajo del nivel de los arrollamientos.

Se deberán incluir los elementos de fijación necesarios para la bajada desde la borna de neutro hasta una grapa de puesta a tierra.

8.3.5. Equipo de conservación de aceite

El transformador deberá estar provisto de un sistema de conservación del aceite sellado de la atmósfera compuesto por:

- Depósito de expansión
- Deshidratador de aire
- Indicador de nivel de aceite con contactos de alarma por alto y bajo nivel
- Relé Buchholz con contactos de alarma y disparo

8.3.6. Conmutador de tomas en carga

Se proveerá un conmutador de tomas en carga tipo Jansen en el arrollamiento de alta tensión con un margen de variación de las tomas mínimo entre +15% y -15% distribuido en tomas del 1,5%. Todas las tomas estarán previstas para la potencia nominal del transformador. El conmutador de tomas deberá disponer de su propio relé de sobrepresión.

Se suministrará el motor actuador del conmutador de tomas completamente montado en un armario de control local con su correspondiente interruptor automático, térmico y contactor. El actuador se podrá maniobrar localmente mediante pulsadores o remotamente desde sala de control, para lo que incluirá un selector local-remoto.

Se proveerá una indicación local y remota de posición de toma, actuador en marcha y actuador en defecto. La posición de la toma se indicará con señal 4-20 mA, resistencia variable y contactos individuales de toma.

El sistema permitirá el control local manual de la posición del conmutador mediante manivela. El actuador irá provisto de un indicador mecánico de posición de aguja o similar.

8.3.7. Instrumentos de medida de temperatura

El transformador estará provisto de los siguientes instrumentos:

- Un termómetro de temperatura del aceite de la capa superior y aguja indicadora de temperatura máxima. Dispondrá de cuatro contactos independientes ajustables para control de los ventiladores, alarma y disparo, normalmente abiertos.
- Dos detectores de temperatura de la capa superior de aceite tipo Pt 100.

8.3.8. Equipo de refrigeración

El sistema de refrigeración se basará en radiadores de aceite adosados a la cuba del transformador, divididos en dos grupos uno a cada lado de la cuba.

El sistema de refrigeración será ONAN/ ONAF. Se incluirá el número de motoventiladores necesario y el cuadro de control necesario, situado junto al transformador.

Los radiadores deberán poder ser desmontados sin que se produzcan pérdidas del aceite de la cuba, disponiendo para ello de las correspondientes válvulas, y deberán estar provistos de tapones de purga y vaciado, así como de cáncamos de suspensión.

Los radiadores deberán estar diseñados para soportar las mismas condiciones de presión y vacío especificadas para la cuba.

8.3.9. Transformadores de intensidad

El transformador llevará montado en el neutro de alta tensión un transformador de intensidad tipo bushing. de relación 150/ 5A, 20VA 5P20.

8.3.10. Armario de centralización de bornas

El transformador estará provisto de un armario que incluya la centralización de bornas de los aparatos de supervisión y el control de los motoventiladores, anexo a la cuba del transformador.

El armario irá alimentado con tensión de 400 V 50 Hz, tendrá un grado de protección IP 55, y estará provisto de resistencias de caldeo controladas por un termostato de ambiente, toma auxiliar de fuerza y alumbrado interior.

9. APARAMENTA DE 30 KV

9.1. Embarrado rígido

Se instalará UN (1) embarrado rígido de salida del transformador principal con las siguientes características:

Número de fases	3
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión nominal	30 KV
Tensión primaria de aislamiento	36 KV
Tensión de ensayo 50 Hz 1 min:	70 KV
Tensión de impulso tipo rayo (1,2/50 μ s):	170 KV
Intensidad nominal:	1600 A
Intensidad de cortocircuito (1s)	25 kA

El embarrado se realizará con tubo de las siguientes características:

Aleación	E-AlMgSi0,5, F22
Diámetro exterior (D) interior (d)	63/47 mm
Intensidad admisible (85°C)	2.077 A.

Al embarrado se conectarán los siguientes equipos:

9.2. Autoválvulas

TRES (3) autoválvulas de 36 KV con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	UNE-EN 60099-4:2005
Instalación	Exterior
Tipo de neutro	Aislado
Tensión nominal (Ur)	36 KV
Tensión de operación continua (Uc):	28,8 KV
Tensión de operación temporal (10s):	38,9 KV
Tensión residual 8/20 μ s (10 KA)	86,4 KV
Corriente de descarga asignada	10 KA

9.3. Reactancia de puesta a tierra

UNA (1) reactancia de puesta a tierra en zig-zag con las siguientes características:

9.3.1. Características

Normativa aplicable	UNE-EN 50464-1:2010
---------------------	---------------------

Núcleo	Chapa de acero al silicio de grano orientado
Devanados	Cobre
Aislamiento	Aceite mineral
Instalación	Intemperie
Refrigeración	ONAN
Frecuencia nominal	50 Hz
Grupo de conexión	Zo
Intensidad de defecto a tierra	500 A
Servicio	30 segundos
Protección contra corrosión	C4
Color	RAL 7030

9.3.2. Accesorios

La reactancia se suministrará equipada con los siguientes elementos:

Bornas:

Las bornas serán de porcelana esmaltada fabricadas en una sola pieza y estarán montadas sobre la tapa superior del transformador.

Cuba:

La cuba será hermética sin conservador. En caso necesario estará provista de aletas de refrigeración. La unión entre la parte superior e inferior de la cuba del transformador será atornillada.

Todas las superficies metálicas irán protegidas contra la corrosión y pintadas de acuerdo al estándar del fabricante.

Las bridas para bornas, tapas, registros y demás accesorios atornillados estarán diseñados de forma que la junta de estanqueidad no quede expuesta a la intemperie, e irán provistas de superficies de asiento que impidan el aplastamiento de dicha junta.

La cuba incorporará los siguientes elementos:

- Tomas de puesta a tierra
- Placa de características
- Tubo de llenado de aceite
- Tapón de vaciado de aceite
- Aceite dieléctrico de acuerdo a CEI 296

Relé de protección:

La reactancia estará provista de un equipo integrado de protección de transformadores herméticos.

Transformadores de intensidad:

La reactancia estará provista de transformador de intensidad tipo bushing en las fases y en el neutro. Las características del transformador son las siguientes:

- Relación: 300 / 5 A
- Potencia: 20 VA
- Clase: 5P20

Elementos de traslación y elevación

Los equipos estarán provistos de los siguientes elementos:

- Ruedas orientables en dos direcciones.
- Orejas de arrastre del transformador.
- Ganchos para suspensión del transformador completo.
- Cáncamos para suspensión de la parte superior de la cuba.

9.4. Conexiones

Se incluyen todas las interconexiones con cable aislado de 30 KV.

Las conexiones a las cabinas de 30 kV se realizarán con conectores enchufables de acuerdo a la norma UNE 211028:2013, mientras que las conexiones al embarrado de 30 kV y a la reactancia se realizará con botellas de exterior de acuerdo a la norma UNE 211027:2013.

9.5. CABINAS DE 30 KV

UN (1) conjunto de cabinas modulares aisladas en SF₆ con las siguientes características generales:

Normativa aplicable (general)	UNE-EN 62271-200:2012
Normativa aplicable (interruptor)	UNE-EN 62271-104:2010
Normativa aplicable (seccionador)	UNE-EN 62271-102:2005
Normativa aplicable (Grado de protección IP)	UNE-EN 20324
Normativa aplicable (Grado de protección IK)	UNE-EN 50102
Intensidad nominal embarrado	1600 A
Intensidad de corta duración (1 s)	25 KA
Intensidad de cortocircuito (valor de cresta)	63 KA
Temperatura ambiente máxima	+40° C
Temperatura ambiente mínima	-5° C
Instalación	Interior IP65
Aislamiento	SF ₆
Tensión auxiliar de mando	125 V c.c.
Tensión auxiliar de iluminación	220 V c.a.

9.5.1. Cabina de salida a transformador

UNA (1) cabina equipada con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor automático tripolar 1600 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad de relación 1200-2400/ 5-5-5 A
 - o Secundario 1: 5 VA Cl. 0,2s
 - o Secundario 2: 5 VA CL.0,5-5P20
 - o Secundario 3: 5 VA 5P20

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) con contactos auxiliares (mínimo 3 NA +3 NC) y mando manual.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión.
- 1 analizador de redes.
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.
- Enclavamientos:
 - o Bloqueo de maniobra del seccionador con interruptor cerrado.
 - o Bloqueo de apertura del cajón de media tensión con seccionador de puesta a tierra no conectado.
 - o Disparo y bloqueo del interruptor de 220 kV cuando cierra el seccionador de puesta a tierra.
- Un relé de protección digital multifunción programado con las siguientes funciones de control y protección:
 - o Máxima intensidad instantánea de fases (50)
 - o Máxima intensidad instantánea de neutro (50N)
 - o Máxima intensidad de fases temporizada (51)
 - o Máxima intensidad de neutro temporizada (51N)
 - o Mínima tensión entre fases (27)
 - o Sobretensión (59)
 - o Máxima tensión homopolar (59N)
 - o Máxima/mínima frecuencia (81M/81m)
 - o Fallo interruptor (50S-62)
 - o Supervisión de los dos circuitos de disparo del interruptor (3)
 - o Osciloperturbógrafo (99)
 - o Registro de eventos con fechado hasta el mseg
 - o Unidad de control de posición (UCP) incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Mímico local.
 - o Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...
 - o Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.

9.5.2. Transformador de medida de Tensión

- 3 transformadores de tensión colocados en las barras, de relación $33000:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}-110:3$ V con las siguientes características:
 - o 10 VA CI 0,2, conexión en estrella
 - o 10 VA CI 0,5-3P, conexión en estrella
 - o 25 VA 3P, conexión en triángulo abierto

De cada secundario en estrella se facilitarán dos salidas protegidas cada una por un interruptor automático tetrapolar y llevadas a bornas seccionables.

La salida del secundario en triángulo abierto irá conectada a una resistencia antiferroresonancia protegida por un interruptor automático bipolar, se facilitarán otras dos salidas protegidas cada una por un interruptor bipolar y llevadas a bornas seccionables.

Todos los interruptores automáticos tendrán contactos indicadores de posición NA+NC llevados a bornas.

9.5.3. Cabinas de salida a línea

CINCO (5) + (1R) cabinas equipadas con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor automático tripolar 630 A 25 KA con bobina de cierre y doble bobina de disparo y contactos auxiliares de posición
- 3 transformadores de intensidad de relación
Línea 311, 315 y 316 300-600/ 5-5 A
 - Secundario 1: 5 VA Cl. 0,5
 - Secundario 2: 5 VA 5P20
- Línea 312, 313 y 314 300-600/ 5-5 A
 - Secundario 1: 5 VA Cl. 0,5
 - Secundario 2: 5 VA 5P20
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) con contactos auxiliares (mínimo 3 NA +3 NC) y mando manual.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión.
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.
- Enclavamientos:
 - o Bloqueo de maniobra del seccionador con interruptor cerrado.
 - o Bloqueo de apertura del cajón de media tensión con seccionador de puesta a tierra no conectado.
- Un relé de protección digital multifunción programado con las siguientes funciones de control y protección:
 - o Máxima intensidad instantánea de fases (50)
 - o Máxima intensidad instantánea de neutro (50N)
 - o Máxima intensidad de fases temporizada (51)
 - o Máxima intensidad de neutro temporizada (51N)
 - o Sobretensión (59)
 - o Máxima tensión homopolar (59N)
 - o Fallo interruptor (50S-62)
 - o Supervisión de los dos circuitos de disparo del interruptor (3)
 - o Osciloperturbógrafo (99)
 - o Registro de eventos con fechado hasta el mseg
 - o Unidad de control de posición (UCP) incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Mímico local.
 - o Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...
 - o Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.

9.5.4. Cabinas de transformador de SSAA.

Una (1) cabina equipada con los siguientes accesorios:

- 1 interruptor seccionador de mando manual de tres posiciones (cerrado-abierto-tierra) 36 KV 200 A con fusible de 20A.
- 3 detectores capacitivos de presencia de tensión
- Alumbrado interior del cajón de baja tensión alimentado a 220 V c.a.
- Indicación y mando local de interruptor seccionador
- Automáticos, relés auxiliares, y bornas según necesidad.

9.6. Transformador de servicios auxiliares.

Un (1) transformador trifásico con las siguientes características:

9.6.1. Características

Norma aplicable	UNE-EN 50464-1:2010
Aislamiento	Seco clase F
Instalación	Interior
Índice de protección	IP31
Refrigeración	Natural
Potencia nominal	150 KVA
Servicio	Continuo
Tensión primario/ secundario	30±2×2,5%/0,42 KV
Relación de transformación	Dyn11
Impedancia de cortocircuito	4%
Categoría climática	C2
Resistencia a la humedad	E2
Resistencia ante la llama	F1

9.6.2. Accesorios

El transformador se suministrará equipado con los siguientes accesorios:

- Envolvente metálica IP31 RAL 7035 con cerradura enclavada con el seccionador de la cabina de SS.AA.
- Cáncamos de elevación del transformador y su envolvente
- Agujeros de arrastre en el chasis
- Tomas de puesta a tierra del núcleo
- Placa de características en acero inoxidable
- Conjunto de tres sondas Pt100, una por fase, conectadas a un aparato indicador digital de medida de temperatura montado en la envolvente. El cableado de conexión será apantallado y la pantalla puesta a tierra en uno de los lados.

10. CONTROL, MEDIDA Y PROTECCIONES

El suministro estará formado por los siguientes elementos:

10.1. Medida fiscal

Un (1) armario de medida fiscal de energía de tipo I conforme al RUPM y las ITCs en vigor, que incluye los siguientes equipos:

Los puntos de medida corresponden a:

- PFV Abarloar (30 kV, 73,98 MW)

Cada punto de medida incluye los siguientes equipos:

- Bloques de pruebas precintables homologados de REE.
- Contadores-registradores para medida a cuatro cuadrantes en trifásica desequilibrada a cuatro hilos clase 0,2s para activa y 0,5 para reactiva, homologados por REE. Dispondrán de alimentación auxiliar exterior y de dos puertos de comunicación de acceso simultáneo: P1 GSM para acceso telefónico y P2 para acceso vía Ethernet.
- Módem telefónico GSM multipunto para acceso telefónico del SIMEL.
- Concentrador de medidas/ Gateway para salida en Modbus TCP hacia la unidad de control de subestación

Los contadores se suministrarán ajustados y verificados por la delegación de industria de la comunidad autónoma.

Toda la instalación de medida y de comunicaciones asociadas cumplirá con los requisitos para el alta en el SIMEL y deben facilitarse los protocolos necesarios para la solicitud de dicha alta.

10.2. Control y protección de subestación

Se incluyen los siguientes armarios de control y protecciones de subestación:

- UN (1) armario de control y protección de transformador
- UN (1) armario de control y protección de línea
- UN (1) armario de unidad de control de subestación
- UN (1) SCADA de subestación
- UN (1) armario repartidor de F.O. de línea

10.2.1. Control y protección de transformador

El armario de control y protección de transformador irá equipado con:

- Protección principal/secundaria de trafo (PP/T1-PS/T1): son dos relés idénticos de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial de trafo (87T) y neutro (87N) de tres devanados, también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad de fases por cada uno de los devanados del trafo (50/51) y sobreintensidad de neutro (50/51N). El disparo será trifásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección reactancia (PR): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de relé de sobreintensidad (50/51 TZ, 50/51N TZ) de tres fases y neutro para la protección instantánea de las reactancias de puesta a tierra del sistema de 30 kV. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Regulador de tensión (REG-1): Incluye la función de regulación de tensión de los transformadores de potencia (90) a partir del control del cambiador de tomas. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Relé maestro (86/T1) de bloqueo con rearme local y remoto por actuación de las protecciones de máquina y diferencial.
- Relé maestro (86X/T1) de disparo y bloqueo con rearme local y remoto por actuación de fallo interruptor en cualquiera de los interruptores adyacentes al trafo.
- Un switch ethernet capa 2, con al menos 2 puertos libres de reserva.

El sistema de protección está formado por dos canales completamente independientes y redundantes, cada uno con su propio juego de baterías, su relé de protección y su relé maestro, y disparando sobre una bobina independiente.

10.2.2. Control y protección de posición de línea

Un armario de control y protección de línea que incluye:

- Unidad de control de posición (UCP/L1): Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, incluyendo mando y monitorización del interruptor, del seccionador de línea y del seccionador de puesta a tierra. Indicación local de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias. La función de supervisión de las bobinas de disparo (3) se integrará también dentro de este equipo. Mímico local. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección principal de línea (PP/L1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial (87L) y distancia (21), también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad direccional de neutro (67N) y función de reenganche (79) siendo el reenganche tipo monopolar. El disparo será monofásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección secundaria de línea (PS/L1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de diferencial (87L) y distancia (21), también contará con las siguientes funciones adicionales: sobreintensidad direccional de neutro (67N), sobretensión en valores fase-neutro (59) y función de reenganche (79) siendo el reenganche tipo monopolar. El disparo será monofásico y deberá llevar la función oscilo incorporada. Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Protección de fallo interruptor (PI/1): relé de control y protección digital multifunción y sus funciones principales serán las de fallo interruptor (50S-62) y función de sincronismo (25), también contará con las siguientes funciones adicionales: mínima tensión (27) y discordancia de polos (2). Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y norma IEC 61850.
- Relé de disparo y bloqueo con rearme local y remoto en caso de fallo del interruptor (50S-62X/1).
- Relés replicadores de señales para emisión y recepción de teledisparo (94TD/L1 y 94TDE/L1) con la subestación remota.

El sistema de protección de la línea está formado por dos canales completamente independientes y redundantes, cada uno con su propio juego de baterías, su relé de protección y su relé maestro, y disparando sobre una bobina independiente.

Los relés de protección diferencial de línea que se instalen serán del mismo modelo que los instalados en la subestación remota.

10.2.3. Unidad de control de subestación

Se instalará una unidad de control de subestación (UCS) que dispondrá de:

- Una Unidad de Control de Subestación (UCS), incluirá comunicación con los SCADA de cada parque fotovoltaico mediante protocolo a definir, puertos para comunicación con concentrador de medidas de los distintos parques fotovoltaicos, comunicación con el concentrador de medidas de los contadores para lectura mediante protocolo Modbus TCP.
- Un Interfaz Hombre-Maquina (HMI), desde el HMI se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.
- Un reloj de sincronización por satélite (GPS), dotado con antena. Los equipos de protección se sincronizarán mediante protocolo IRIG-B.
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares.
- Dos switches de capa 2 para comunicación con los equipos mediante IEC61850.

10.2.4. SCADA de subestación

Incluye una estación de trabajo completa en la subestación con todo el SW necesario para la programación de los relés de protección, los contadores, la UCS y las pantallas del SCADA de subestación.

Se incluirá al menos una pantalla de 220 kV y transformador y otra de 30 kV por cada parque fotovoltaico, más dos pantallas de SS.AA., arquitectura de red de comunicaciones, alarmas y eventos. Dichas pantallas permitirán:

- Mando de los interruptores de A.T. y M.T., y de los seccionadores motorizados, mediante orden de apertura y cierre. Los enclavamientos de seguridad necesarios se encontrarán a nivel de UCP. Para el mando existirán dos modos de operación: Local y remoto. La selección se hará en el propio aparato a través de un mando local-remoto.

- Monitorización de las medidas de tensión, corriente, potencia activa y reactiva, frecuencia y factor de potencia de cada posición, incluso históricos.
- Monitorización del estado de los interruptores de los cuadros de servicios auxiliares, las baterías, sistema contra incendios y otros equipos auxiliares.
- Mando de los interruptores de acometida de servicios auxiliares
- Monitorización del estado de los relés de protección de transformador principal y de línea e indicación de sus disparos.
- Mando y monitorización del regulador de tomas en carga.
- Alarmas y registro de eventos con fechoado hasta el mseg.
- Registro de tendencias de medidas analógicas con lectura cada minuto.

10.3. Características constructivas comunes

10.3.1. Armarios

Armarios metálicos con estructura de perfiles laminados de 3 mm de espesor y chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo. Dispondrán de cáncamos de elevación, zócalo metálico de 200 mm y sus anclajes de fijación al suelo.

Dimensiones:	800 x 800 x 2000 mm.
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035.
Grado de protección	IP53

Deberán pintarse los bordes de los cortes que se realicen en la chapa. Los armarios sólo tendrán acceso frontal (no trasero) y dispondrán de bastidor pivotante con rack de 19" de 40 módulos.

La puerta delantera de los armarios tendrá una ventana de metacrilato de 2 mm de espesor y protegido con una junta de goma, bisagras ocultas para apertura a 135° como mínimo y cerradura con llave.

La entrada de cables será por la parte inferior de los armarios. Se dispondrán perfiles para el amarre de los cables. Los armarios llevarán una barra de tierra de cobre electrolítico de 50 mm². Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se conectarán a dicha barra.

Los armarios irán dotados de resistencia anticondensación accionada por termostato, alumbrado interior accionado por final de carrera en puerta y toma de corriente monofásica tipo Schuco. Dichos elementos se alimentan a 220 V 50 Hz desde un mismo interruptor de 16A.

Los relés de protección, switches y equipos de control principales se montarán en el bastidor giratorio. Bornas, automáticos, relés auxiliares y resto de elementos se montarán en el interior del armario.

Los equipos montados en los armarios se identificarán por medio de rótulos tanto interior como exteriormente. Los rótulos exteriores serán de plástico negro con letras de 6 mm en blanco, e irán sujetos con remaches de plástico.

Los textos indicarán los números de las funciones de protección realizadas por cada relé. Además, cada armario llevará un rótulo en la parte superior de plástico negro con letras de 30 mm en blanco con la designación del mismo.

10.3.2. Bornas y cableado

Los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas terminales. Todos los contactos de los relés estarán cableados hasta las regletas terminales, sean o no utilizados. No se podrán conectar más de dos cables a un mismo punto de conexión, en caso de que sea necesario se utilizarán regletas puenteables.

Todo el cableado deberá hacerse en el interior de canaletas provistas de tapas desmontables. Se dejará un 20% de espacio de reserva en las canaletas.

Todos los conductores tendrán sus dos extremos identificados y llevarán terminales de compresión. No se admitirán empalmes de cables ni encintados para restaurar el aislamiento.

El cableado interno se realizará con conductores de cobre especial para cableado de cuadros con aislamiento de PVC color gris para 750 V resistente a la llama según IEC 332. Las secciones mínimas a emplear serán las siguientes:

Cableado de control	1,5 mm ²
Circuitos de fuerza y alumbrado	2,5 mm ²
Circuitos de tensión	2,5 mm ²
Circuitos de corriente	4 mm ²

Para los cables de mando, señalización y control, así como los de alumbrado y fuerza se emplearán bornas de paso 8 con tornillos de apriete y montaje sobre perfil normalizado, tipo Phoenix o similar.

Para los circuitos de medida de tensión y de intensidad se emplearán bornas de paso 8 seccionables con tornillos de apriete y montaje sobre perfil normalizado, tipo Phoenix o similar.

Los regleteros de bornas se montarán sobre carril DIN y estarán situados a 250 mm del suelo como mínimo. Entre las bornas y las canaletas deberá hacer una distancia mínima de 6 cm. Se dispondrá de un 10 % de bornas de reserva por armario.

10.4. Sistema de control de parques fotovoltaicos

Se prevé espacio para la ubicación en la subestación de los equipos de control y monitorización de los distintos parques fotovoltaicos. Se prevé la instalación de los siguientes armarios, uno por parque:

- Analizador de redes (AR) conectado a TIs y TTs de 30 kV para medida de potencia activa y reactiva generada. Dichos equipos se instalarán en la sala eléctrica correspondiente.
- Armario de control de parque fotovoltaico (Power Plant Controller), incluyendo en su interior autómata de control suministrado para el control del parque. Dichos armarios se instalarán en sala de control climatizada.

Asimismo, se prevé la instalación de un armario donde se agrupen los repartidores de fibra óptica que van a cada parque fotovoltaico. Se estima que serán necesarios un máximo de 3 repartidores de 24 fibras por parque.

11. SERVICIOS AUXILIARES

Se incluyen los siguientes equipos de servicios auxiliares:

11.1. Armarios de rectificador y baterías de 125 V c.c.

DOS (2) armarios rectificadores con las siguientes características:

Norma aplicable	IEC 62040-1 IEC 60947-6
Tensión de entrada	230- 400V
Tensión de salida	125 V c.c.
Rizado	1%
Intensidad nominal del rectificador	60 A c.c.
Grado de protección	IP 22
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035

Cada armario incluirá los siguientes accesorios:

Cuadro de control frontal con lámparas de señalización, y voltímetro y amperímetro de salida analógicos.

Detector de aislamiento a tierra preparado para el funcionamiento en paralelo de ambos rectificadores.

Puerto Ethernet con comunicación Modbus TCP

Contactos de alarma de los siguientes defectos:

- Fallo de aislamiento de tierra
- Máxima y mínima tensión
- Pérdida de alimentación de c.a.
- Defecto del rectificador

Cada armario rectificador irá asociado a un conjunto de baterías con las siguientes características:

Normativa aplicable	IEC 60623
Baterías	Ni-Cd
Tensión de flotación	1,40-1,42 V
Tensión de carga rápida	1,45-1,50 V
Número de elementos	92
Capacidad nominal de baterías	240 Ah

Las baterías irán montadas en bancadas metálicas e instaladas en salas climatizadas y debidamente ventiladas.

11.2. Armarios de servicios auxiliares

11.2.1. Alcance

Se instalarán los siguientes armarios de servicios auxiliares, cuyos esquemas unifilares se definirán en fase de proyecto.

Un (1) Cuadro General de C.A., $I_n=400$ A e $I_{cc}=15$ kA, con acometida a tres hilos y neutro desde el transformador de ss.aa. dotada de interruptor tetrapolar de protección de 320 A, medida de tensión de barras local (voltímetro) y remota (convertidor 4-20 mA), y salidas a definir en fase de proyecto, incluyendo al menos un 20% de reservas. Todos los automáticos irán dotados de contactos de posición auxiliares sacados a bornas. El régimen de neutro del sistema de 400 V será TN-S

Un (1) Cuadro General de C.C., $I_n=50$ A e $I_{cc}=6$ kA, con acometida proveniente del armario rectificador de 125 V. Las barras dispondrán de medida de tensión en barras local (voltímetro) y remota (convertidor 4-20 mA), y salidas a definir en fase de proyecto, incluyendo al menos un 20% de reservas. Todos los automáticos irán dotados de contactos de posición auxiliares sacados a bornas. El sistema de 125 V estará aislado de tierra en ambos polos.

11.2.2. Características constructivas

Armarios metálicos con estructura de perfiles laminados de 3 mm de espesor y chapa de acero de 1,5 mm de espesor mínimo. Dispondrán de cáncamos de elevación, bancada metálica de 200 mm y anclajes de fijación al suelo.

Normativa aplicable	IEC 60439-1 IEC 60947-3
Dimensiones:	800 x 600 x 2000 mm.
Protección contra corrosión	C2
Color	RAL 7035.
Acceso	Frontal (únicamente)
Grado de protección	IP42
Compartimentación	2B

La entrada de cables será por la parte inferior de los armarios. Se dispondrán perfiles para el amarre de los cables.

Los armarios llevarán una barra de tierra de cobre electrolítico de 50 mm². Todas las partes metálicas no portadoras de corriente se conectarán a dicha barra.

Los interruptores irán montados de forma que sea posible operarlos manualmente desde el frente del armario.

El frente del armario incluirá un mímico y rótulos exteriores de plástico negro con letras de 6 mm en blanco.

Además, cada armario llevará un rótulo en la parte superior de plástico negro con letras de 30 mm en blanco con la designación del mismo.

El cableado se realizará con conductores de cobre especial para cableado de cuadros con aislamiento PVC para 750 V resistente a la llama. La sección mínima de los circuitos de fuerza y alumbrado será 2,5 mm².

Todo el cableado se hará en el interior de canaletas provistas de tapas desmontables. Se dejará un 20% de espacio de reserva en las canaletas.

Todos los conductores tendrán sus dos extremos identificados y llevarán terminales de compresión. No se admitirán empalmes de cables ni encintados para restaurar el aislamiento.

Los aparatos se montarán sobre carril DIN como mínimo a 250 mm de la base. Entre las bornas y las canaletas deberá hacer una distancia mínima de 6 cm. Se dispondrá de un 10 % de bornas de reserva por armario.

Los armarios de CA estarán provistos de unas bornas para conectar un grupo electrógeno portátil de manera fácil y accesible.

11.3. Alumbrado y climatización

El alumbrado del parque de intemperie y del cuadro del transformador se realizará con proyectores orientables equipados con lámparas de vapor de sodio de alta presión, montados sobre estructura soporte.

El alumbrado de viales y de la entrada se realizará mediante luminarias montadas sobre báculos de 3 m de altura. El encendido de este alumbrado se controla manualmente o automáticamente por medio de célula fotoeléctrica o interruptor horario a elección.

En el edificio de control se dispondrá de alumbrado normal a base de fluorescentes y de alumbrado de emergencia. Se realizará el estudio de alumbrado interior correspondiente.

En la sala eléctrica se dispondrá de ventilación forzada. En la sala de control se dispondrá de calefacción y aire acondicionado. En ambos casos se realizará el estudio de ventilación y climatización correspondiente.

11.4. Sistemas de seguridad

11.4.1. Centralita de alarmas

El edificio de la subestación se equipará con:

- Detectores de movimiento en cada habitación
- Detectores magnéticos de apertura en puertas y ventanas
- Pulsadores manuales de alarma de incendios
- Detectores ópticos e iónicos de humo según proyecto para alarma de incendios

Toda la instalación de seguridad se instalará bajo tubo de acero cincado.

Se instalará una centralita de alarma integrada contra incendios y contra intrusismo con las siguientes características básicas:

- Dispondrá de batería de alimentación independiente
- Interfaz telefónico para transmisión a central receptora
- Posibilidad de comunicación con Unidad de Control de Subestación
- Permitirá alarmas separadas de incendios y de intrusos, con un mínimo de 12 particiones.

11.4.2. Panoplia de riesgo eléctrico

UN (1) paneles de riesgo eléctrico con los siguientes elementos:

Banqueta y guantes aislantes de 36 KV

Pértiga de salvamento con unidad detectora de tensión hasta 36 KV

Placa de instrucciones de primeros auxilios

DOS (2) esquemas unifilares de la instalación enmarcados, uno por sala

Un (1) panel soporte de palancas y llaves de la subestación, anillados e identificados según corresponde.

Placas de aviso de riesgo eléctrico en puertas del edificio y en el vallado perimetral

11.4.3. Sistema contra incendios

El sistema contra incendios se definirá en fase de proyecto.

Se prevé la instalación de un conjunto de extintores de CO₂ y de polvo ABC según necesidad.

ADENDA AL ANTEPROYECTO

Evacuación de energía de planta fotovoltaica en SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA ABARLOAR 220/30 kV

LOE4-ABA-IGI-ADE-1001-AR1

Para:

Dirección General de Política Energética y Minas
Secretaría de Estado de Energía
Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Promotor:

Abarloar Solar S.L. CIF: B-88206727
Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºDcha.
28016 Madrid

Emplazamiento:

T.M. Pezuela de las Torres
Madrid
Comunidad de Madrid



IGNIS DESARROLLO, S.L.
CIF B-87973327
C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºdcha.
28016 Madrid

El Ingeniero Industrial
D. Jorge Juan Nieto Ramos
Colegiado N.º 09227
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM)

NIETO RAMOS
JORGE JUAN -
05902174Y

Firmado digitalmente por
NIETO RAMOS JORGE JUAN
- 05902174Y
Fecha: 2022.03.10 12:05:35
+01'00'

Madrid, marzo de 2022

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES COIIM - MADRID	
Nº VISADO 202002309	FECHA DE VISADO 10/03/2022
VISADO	
DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA	
COLEGIADO/A N.º:	NOMBRE
9227 COIIM JORGE JUAN NIETO RAMOS	

ÍNDICE GENERAL

1. Memoria
2. Planos



ADENDA AL ANTEPROYECTO ADMINISTRATIVO

DOCUMENTO N.º 1

MEMORIA



ADENDA AL ANTEPROYECTO ADMINISTRATIVO

DOCUMENTO N.º 1

MEMORIA



ÍNDICE

1.	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.1.	Antecedentes administrativos.....	3
1.2.	Objeto de la adenda	6
1.3.	Promotor	7
2.	MODIFICACIONES REALIZADAS EN LA MEMORIA DEL PROYECTO ORIGINAL	8
2.1.	Apartado "3.1.3 Descripción de la instalación".....	8
2.2.	Apartado "3.2.9 Estructura metálica"	8
2.3.	Apartado "3.3.4 Botellas terminales".....	8
3.	CONCLUSIONES.....	9



1. JUSTIFICACIÓN

1.1. Antecedentes administrativos

El presente proyecto de ejecución forma parte del expediente PFot-191 que se está tramitando por la Subdelegación del Gobierno en Guadalajara y tiene como órgano sustantivo el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Dicho Proyecto de Ejecución, junto con sus infraestructuras asociadas dentro del mismo expediente, fue presentado ante la Secretaría de Estado de Energía de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el 4 de noviembre y fue aceptado a trámite el 30 de noviembre de 2020. Con fecha de 18 de marzo de 2021 se subsanaron las Solicitudes Administrativas requeridas por la Subdelegación del Gobierno en Guadalajara y el 9 de abril se inició el proceso de Información Pública y de consultas a organismos.

Una vez finalizado el proceso de Información Pública y Consultas a Organismos, analizando el informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura de la Comunidad de Madrid, el promotor ha decidido realizar un cambio en el Proyecto de Ejecución, para mitigar los impactos planteados en dicho informe. Concretamente se ha decidido soterrar el primer kilómetro de la línea eliminando la afección sobre un radio de 500 metros alrededor de un nido de águila imperial lo que implica la modificación del pórtico de la subestación.

En la actualidad, el desarrollo de proyectos de energías renovables es una prioridad por la acuciante necesidad de disminuir la dependencia de recursos fósiles y mitigar así los efectos del calentamiento global mediante la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

En ese sentido, el contexto mundial y europeo es muy favorable a la diversificación de las fuentes primarias de energía, fomentando la generación y uso de las energías renovables. El Acuerdo global en materia de descarbonización de la economía (Acuerdo de París) apuesta de manera clara y firme por las energías renovables para lograr reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la estrategia europea, plasmada en Pacto Verde Europeo o EU Green Deal, pone su foco principal en las energías renovables para alcanzar la neutralidad en carbono antes de 2050.

En España se está realizando una apuesta decidida desde las instituciones para el incremento del peso de las energías renovables en la generación como ha quedado reflejado en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. La generación nacional a partir de fuentes renovables permitirá reducir la dependencia del exterior para el abastecimiento energético y contribuirá a la sostenibilidad del nuestro país desde un punto de vista ambiental, económico y social.



La evolución de la tecnología en los últimos años ha permitido que, en países como España, con un alto índice de radiación solar, la tecnología solar fotovoltaica sea la fuente de generación más competitiva para nuevos desarrollos de capacidad. La promoción de proyectos fotovoltaicos es también una oportunidad para el desarrollo económico y para la atracción de grandes inversiones en regiones de mayor índice de despoblación y que, habitualmente, se encuentran alejados de los principales focos de desarrollo económico.

La promoción de instalaciones solares fotovoltaicas de conexión a red en España se enmarca en el ámbito de aplicación del RD 413/2014 para la regulación del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos. Las instalaciones de este tipo, que únicamente utilizan la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica se clasifican como Grupo b.1 Subgrupo b.1.1.

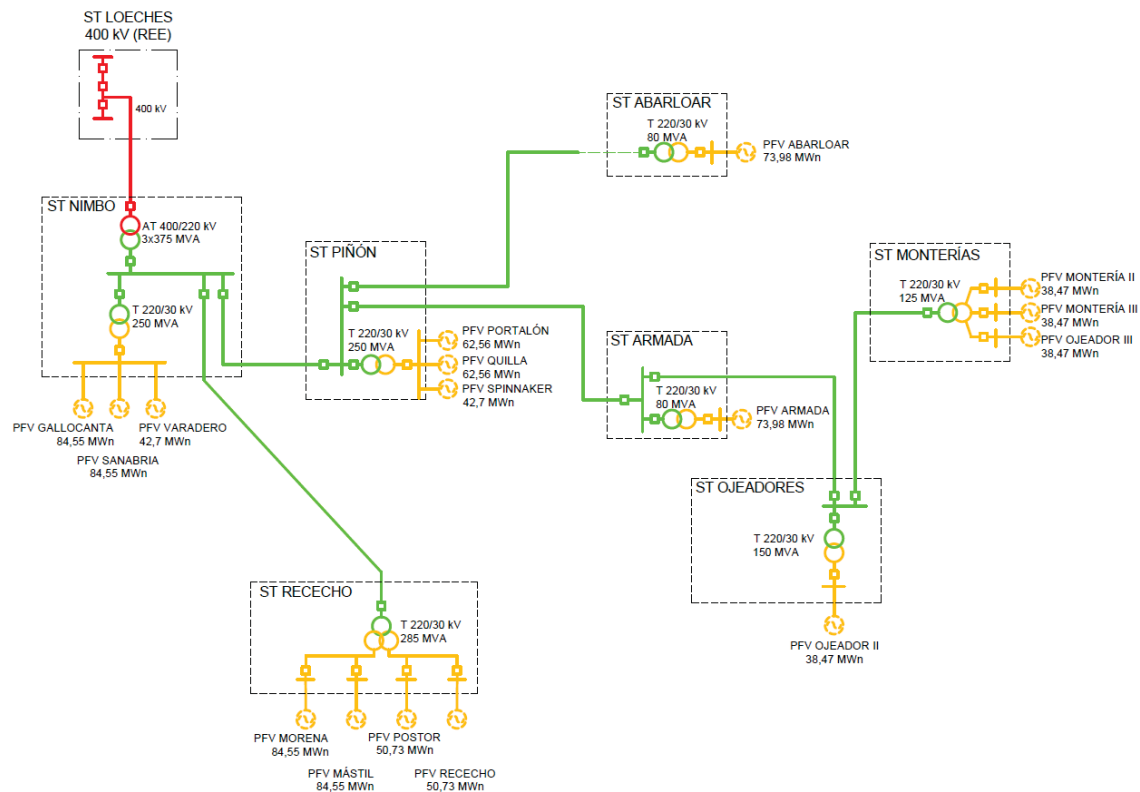
Para la evacuación de la energía eléctrica producida por varias plantas solares fotovoltaicas se necesita una infraestructura de líneas y subestaciones que permitan conectar las plantas solares con la Red de LOECHES 400 kV.

La denominación de esta central y su correspondiente potencia nominal es la siguiente:

Planta de generación fotovoltaica	Potencia Nominal
PFV ABARLOAR SOLAR	73,98 MWn

Las citadas plantas fotovoltaicas evacuarán la energía generada a través de una nueva instalación eléctrica denominada subestación ST ABARLOAR 220/30 kV. Esta subestación conectará mediante una nueva línea mixta de 220 kV con la subestación ST PIÑON que a su vez se conectará a la ST NIMBO, conectando al final con la existente ST LOECHES 400 kV propiedad de Red Eléctrica de España (en adelante REE), punto de entrega de la energía en la red de Transporte.

Se muestra a continuación el esquema de evacuación general de las diferentes instalaciones fotovoltaicas previstas para el nudo LOECHES 400 kV:



Por un principio de eficiencia, minimización de impacto ambiental y reducción de costes, hay muchos antecedentes de instalaciones renovables que comparten instalaciones eléctricas de evacuación de energía. En este sentido ha orientado la Administración y la propia legislación incentivando que siempre que sea posible se procure que varias instalaciones productoras utilicen las mismas instalaciones de evacuación de la energía eléctrica, aun cuando se trate de titulares distintos".

En consecuencia, todos titulares de las plantas han llegado a un acuerdo para desarrollar, explotar y mantener conjuntamente las instalaciones eléctricas colectoras necesarias para la evacuación de estos parques fotovoltaicos

El desarrollo de esta instalación contribuirá al desarrollo de las energías renovables en la Comunidad Autónoma de Madrid, para dar cumplimiento a las directivas europeas y objetivos nacionales que se han establecido en el PNIEC.



1.2.Objeto de la adenda

La presente adenda incluye la modificación del pórtico de la subestación para adaptarlo al tramo en subterráneo de la línea de evacuación elaborado con posterioridad a la información pública y consultas a organismos y tiene como objeto cumplir con lo establecido en la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, así como en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en sus artículos 123 y 130, **con objeto de que sea concedida la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción del Proyecto de Ejecución de la citada línea y la subestación, objeto del presente proyecto, así como la Declaración en concreto de Utilidad Pública.**

El proyecto de ejecución de la subestación mantiene las mismas dimensiones y equipos y no se incorporan modificaciones que supongan efectos ambientales significativos distintos de los previsto originalmente. Por lo tanto, el cambio propuesto no se encuentra entre los reconocidos como sustanciales en la ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental y el Real Decreto 1955/2000, tras las modificaciones introducidas por el Real Decreto 23/2020. El objeto de este Proyecto es dar respuesta a los informes recibidos y que se pueda dar traslado del expediente a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, dando así continuidad a la tramitación de las Autorizaciones Administrativas.

El resto de la infraestructura eléctrica (L/ABARLOAR-PIÑON 220kV, ST PIÑON 220kV, L/PIÑON-NIMBO 220Kv, ST NIMBO 400/220kV, L/NIMBO-LOECHES 400kV y ampliación de la ST LOECHES 400 de REE) no forman parte de esta adenda.

Además, en el orden técnico, para visarlo en el Colegio de Ingenieros certificando que ha sido redactado de acuerdo con lo preceptuado en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, promulgado por el RD 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.



1.3.Promotor

El titular de la instalación objeto del presente proyecto es:

Promotor	CIF	Planta de generación fotovoltaica
ABARLOAR SOLAR S.L.	B-88206727	ABARLOAR SOLAR

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºDcha. - 28016 Madrid, España

Teléfono: 91 005 9775

Y a efectos de notificaciones:

IGNIS DESARROLLO S.L.

CIF: B87973327

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºDcha. - 28016 Madrid, España

Teléfono: 91 005 9775



2. MODIFICACIONES REALIZADAS EN LA MEMORIA DEL PROYECTO ORIGINAL

A continuación, se describen los apartados en los cuales se modifica la memoria del proyecto original.

2.1. Apartado "3.1.3 Descripción de la instalación"

Por el cambio de salida de línea de aérea a subterránea en la posición de línea-transformador de 220 kV de intemperie se incluye la siguiente aparamenta:

- Tres botellas terminales
- Tres autoválvulas con contador de descargas

2.2. Apartado "3.2.9 Estructura metálica"

Por el cambio de salida de línea de aérea a subterránea en la posición de línea-transformador de 220 kV de intemperie se intercambian las siguientes estructuras:

Desaparece el pórtico de llegada de línea aérea de 220 KV de las siguientes dimensiones:

Altura de fases:	15,50 m
Altura de cable de tierra:	19 m
Vano del pórtico:	13,50 m

Y en su lugar se instalan estructuras para la esta aparamenta a instalar:

- Tres botellas terminales
- Tres autoválvulas con contador de descargas

2.3. Apartado "3.3.4 Botellas terminales"

Se incluyen las características técnicas de las botellas terminales a instalar:

TRES (3) Botellas terminales, con las características especificadas a continuación.

Normativa aplicable	IEC 62067
Instalación	Intemperie
Frecuencia	50Hz
Tensión asignada:	127/220 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV
Tensión soportada impulso tipo rayo	1050 kV



Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)	318 kV
Intensidad admisible en cortocircuito (conductor)	84 kA
Intensidad admisible en cortocircuito (pantalla)	50 kA
Línea de fuga	31,4 mm/kV
Aislador exterior	Porcelana/Polimérico
Aislador exterior (refuerzo interno)	Epoxy
Base soporte (material placa)	Aluminio
Base soporte (pernos de fijación)	Acero inoxidable
Base soporte (aisladores soporte)	Cerámicos
Conexión aérea (vástago terminal)	Varilla cilíndrica de aluminio
Conexión aérea (diámetro)	30 mm
Conexión aérea (deflector de tensión)	Aluminio
Dispositivo de control de campo (sistema)	Cono deflector
Fluido aislante de relleno (material)	Aceite/SF6
Fluido aislante de relleno (presión)	Atmosférica

3. CONCLUSIONES

Sirva la presente Adenda al proyecto de la subestación Abarloar 220/30 kV para atender el requerimiento de subsanación recibido en el informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura de la Comunidad de Madrid, incluyendo únicamente todas aquellas modificaciones realizadas con respecto al proyecto ya tramitado y justificando que dichas modificaciones dan respuesta a lo solicitado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



ADENDA AL ANTEPROYECTO ADMINISTRATIVO

DOCUMENTO N.º 2

PLANOS

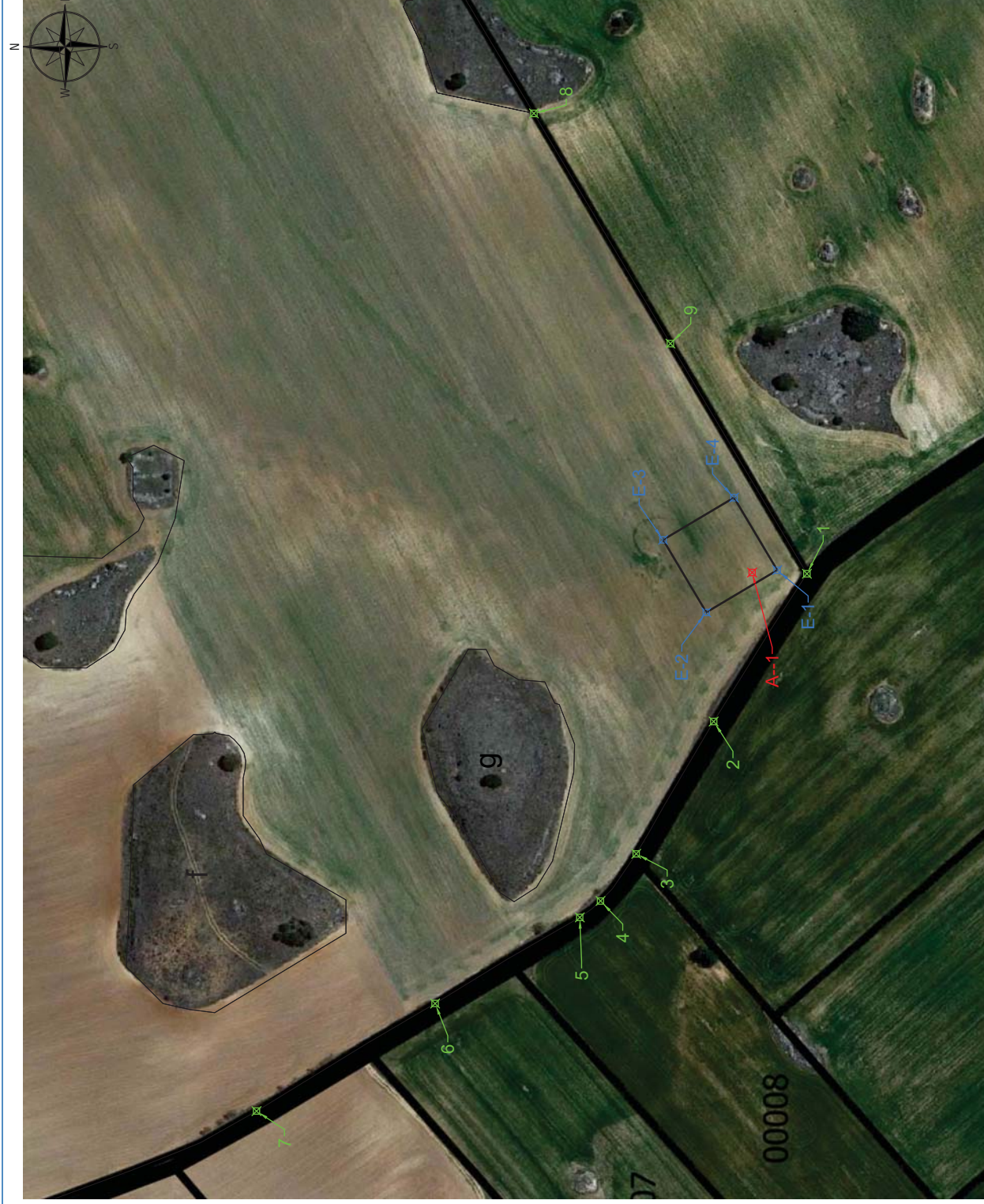


1. MODIFICACIONES REALIZADAS EN LOS PLANOS DEL ANTEPROYECTO ORIGINAL

A continuación, se relacionan y se adjuntan los planos que son reemplazados de anteproyecto original:

LOE4-ABA-IGI-PLN-1002-R2 – Emplazamiento de parcela
LOE4-ABA-IGI-PLN-1005-R2 – Implantación en zona de emplazamiento
LOE4-ABA-IGI-PLN-1006-R2 – Planta general y secciones
LOE4-ABA-IGI-PLN-1007-R2 – Disposición de equipos en el edificio
LOE4-ABA-IGI-PLN-1008-R2 – Planta de cimientos y canalizaciones
LOE4-ABA-IGI-PLN-1009-R2 – Instalación de puesta a tierra. Planta general
LOE4-ABA-IGI-PLN-1010-R2 – Características generales del edificio
LOE4-ABA-IGI-PLN-1015-R2 – Cimientos de pórtico y aparatos
LOE4-ABA-IGI-PLN-1030-R2 – Campos magnéticos

LOE4-ABA-IGI-SLD-0101-R2 – Unifilar simplificado
LOE4-ABA-IGI-SLD-2200-R2 – Unifilar desarrollado. Sistema de 220 kV
LOE4-ABA-IGI-SLD-0300-R2 – Unifilar desarrollado. Sistema de 30 kV



ST ABARLOAR			
COM. AUTONOMA:		MADRID	
PROVINCIA:		MADRID	
TERMINO MUNICIPAL:		PEZUELA DE LAS TORRES	
PARAJE:		LAS NAVAS	
POLIGONO:		2	
PARCELA:		1	
REF. CATASTRAL:		28111A002000010000MH	
COORDENADAS ETRS89/UTM Huso 30			
COORDENADAS DE PARCELA			
Nº PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	
1	483523.50	4475821.7800	
2	483453.49	4475865.9620	
3	483390.82	4475902.6635	
4	483368.47	4475919.5940	
5	483360.71	4475929.4240	
6	483319.92	4475997.9555	
7	483268.96	4476082.5870	
8	483741.59	4475951.1620	
9	483632.55	4475886.4710	
COORDENADAS DE EXPLANACION			
Nº PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	
E-1	483525.18	4475835.88	
E-2	483505.20	4475869.49	
E-3	483539.57	4475889.93	
E-4	483559.56	4475856.32	
COORDENADAS DE FIN DE LINEA			
Nº PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	LINEA A.T.
A-1	483524.09	4475847.74	ST ABARLOAR

[illegible]

VÉRTICES LÍMITE EXPLANACIÓN

COORDENADAS DE EXPLANACION

*NOTA.-

VÉRTICES F.I.F.S DE REPLANTEO

-EJE LONGITUDINAL SE REPLANTEARÁ TRAZANDO UNA

COORDENADAS DE FIN DE LINEA

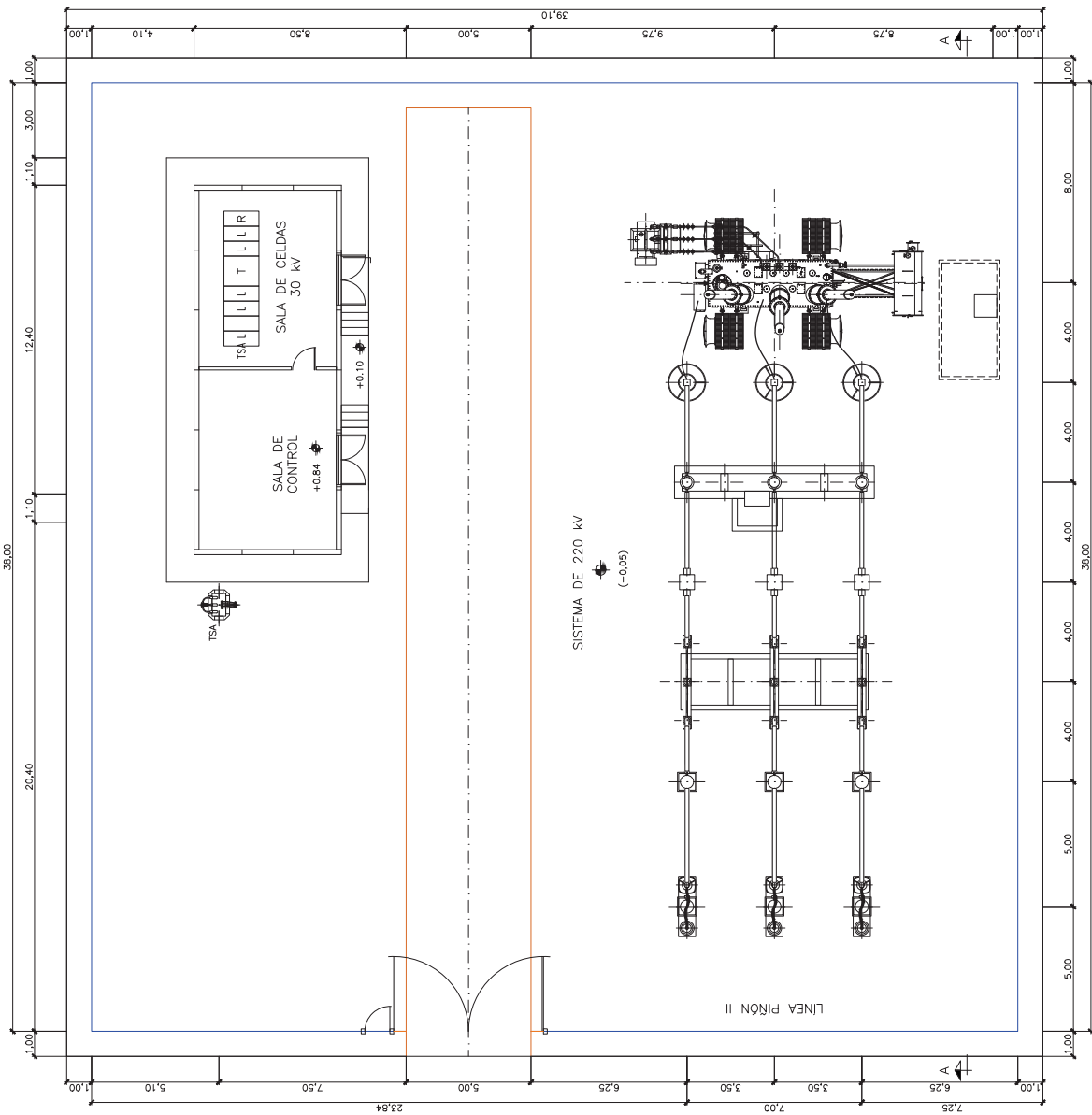
NOTAS. —

- 1.- COTAS Y ELEVACIONES EN m.

[illegible]

PROTECCIÓN:
ST ABARLOAR 220/30 kV
NUIDO LOECHES 400 kV

TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS			
N° PLANO:		IMPLANTACIÓN EN ZONA DE EMPLAZAMIENTO			
LOE4-ABA-IGI-PIN-1005		FECHA:	DEMANDA:	LOGO:	SEQUE:
		21-07-2020		JNR	1
ESCALA: 1:150		1:50		JNR	REVISIÓN:
			A1	JNR	R1

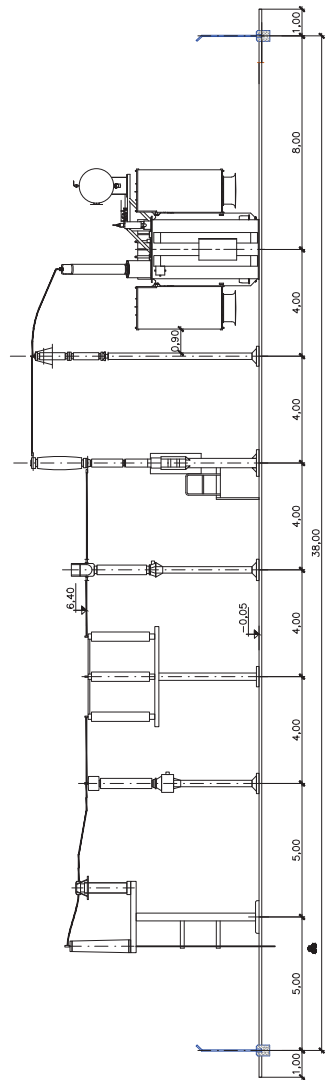


PLANTA
ESCALA 1/100

NOTAS

1. LA COTA DE $-0,05$ DE PROYECTO, CORRESPONDE A LA COTA DE PARQUE TERMINADO, QUE SE ENCUENTRA EN EL PLANO DE IMPLANTACIÓN

CLIENTE:		ESTUDIOS PROYECTOS	
PROYECTO:		ST ABARLOAR 220/30 KV	
TÍTULO:		NÚMERO GEOMÉTRICO	
FECHA:		23-11-2021	
LUGAR:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:100	
Autor:		A1	
Revisor:		A2	
Aprobado:		A3	
Fecha:		23-11-2021	
Lugar:		PLANTA GENERAL Y SECCIONES	
Escala:		ESCALA: 1:1	



SECCIÓN A-A
ESCALA 1/100

LÍNEA 220 kV



PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

L/220 kV ABARLOAR – PIÑÓN (TRAMO ST ARBALoar-AP27)

Términos Municipales de Corpa y Pezuela de las Torres

(Provincia de Madrid)



Firmado por BLAZQUEZ GARCIA MARIA
INMACULADA - 46885278P el día 04/11/2020
con un certificado emitido por AC FNMT
Usuarios

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**ANEXO Nº1: CÁLCULOS****DOCUMENTO Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES****DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO****DOCUMENTO Nº4: PLANOS****DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD****DOCUMENTO Nº6: RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS****DOCUMENTO Nº7: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS****DOCUMENTO Nº8: PROYECTO DE DESMANTELAMIENTO**

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA**ÍNDICE**

1. Antecedentes y Finalidad	3
2. Objeto.....	3
3. Normativa Aplicable.....	3
3.1. Normativa del Sector Eléctrico	3
3.2. Normativa Ambiental	4
4. Titular de la Instalación	4
5. Descripción del Trazado	4
5.1. Descripción del trazado aéreo de la línea	4
6. Características de la Línea	5
6.1. Características Generales de la línea aérea	5
6.2. Características de los Materiales del tramo aéreo	6
7. Cronograma de ejecución	11
8. Cruzamientos	12
8.1. Normas Aplicables	12
8.2. Resumen de Distancias.....	16
8.3. Relación de Cruzamientos, paralelismos y organismos afectados	17
9. Organismos Afectados.....	17
10. Conclusión	18

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD

El GRUPO IGNIS está promoviendo un contingente de 952 MWn con conexión en la subestación de la Red de Transporte Loeches 400 kV, propiedad de Red Eléctrica de España. Para la evacuación de la energía eléctrica producida por el conjunto de plantas solares fotovoltaicas desde los puntos de generación hasta los puntos de vertido a red se precisa de una infraestructura de evacuación compuesta por líneas aéreas de alta tensión y subestaciones de transformación, medida y seccionamiento.

Para la conexión de los proyectos a la propia línea eléctrica, se requiere de una subestación denominada ST Abarloar 30/220kV que ejercerá de subestación elevadora y colectora.

2. OBJETO

El objeto del presente Proyecto Oficial de Ejecución es la instalación de la Línea Aérea de Alta Tensión a 220kV, con origen en ST Abarloar y final en el APOYO 27 de la L/220kV Armada – Piñon (objeto de otro proyecto), de simple circuito, para la evacuación de la energía eléctrica que se generará en la siguiente Planta Solar Fotovoltaica, en la Comunidad de Madrid:

NUDO DE TRANSPORTE (Propiedad de REE)	NOMBRE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	SOCIEDAD PROMOTORA	CIF
Loeches 400	ABARLOAR SOLAR	Abarloar Solar, S.L.	B-88206727

A su vez, el objeto del proyecto es también el de cumplir con lo establecido en la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, así como en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, en sus artículos 123 y 130, **con objeto de que sea concedida la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción del Proyecto de Ejecución de la citada línea, así como la Declaración en concreto de Utilidad Pública.**

Los cálculos justificativos del presente proyecto constan en este documento de “MEMORIA”, en el Anexo 1 “CÁLCULOS”.

3. NORMATIVA APLICABLE

Se aplicarán las normas citadas en los documentos que conforman el presente proyecto. Asimismo, se tendrán en cuenta las actualizaciones posteriores a dichas normas y que sean de aplicación a este proyecto.

3.1. NORMATIVA DEL SECTOR ELÉCTRICO

- Ley 24/2013, que tiene por objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los

consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Real Decreto 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
- Real Decreto 223/2008, 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.

3.2. NORMATIVA AMBIENTAL

La legislación española establece la obligatoriedad de someterse a evaluación de impacto ambiental simplificada al presente proyecto.

Concretamente, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en el anexo II (Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.ª) dentro del Grupo 4 (Industria Energética), apartado b, cita lo siguiente:

“Construcción de líneas para la transmisión de energía eléctrica (proyectos no incluidos en el anexo I) con un voltaje igual o superior a 15 kV, que tengan una longitud superior a 3 km, salvo que discurran íntegramente en subterráneo por suelo urbanizado, así como sus subestaciones asociadas.”

4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

La sociedad señalada en el objeto del presente proyecto podrá resultar titular de la instalación una vez obtenga de la Administración competente las correspondientes autorizaciones.

A efectos de notificaciones, el interlocutor será:

IGNIS ENERGÍA S.L.

C.I.F.: B- 87290805

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España

Teléfono: 910059775

5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

5.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO AÉREO DE LA LÍNEA

La línea aérea tiene su origen en la ST Abarloar, situada en el término municipal de Pezuela de las Torres (Madrid), y discurre a través de 3 alineaciones y 13 apoyos hasta el APOYO 27 de la L/220kV Abarloar – Piñón, que comparte con el APOYO 27 de la L/220kV Armada – Piñón, en el término municipal de Corpa

(Madrid). Tiene una longitud de casi 4 kilómetros, y discurre por los términos municipales de Corpa y Pezuela de las Torres, ambos en la Comunidad de Madrid.

El APOYO 27 ya se ha considerado en el P.O.E. L/200kV Armada – Piñón.

5.1.1. ALINEACIONES Y TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Provincia: Madrid

Término municipal	Corpa	Pezuela de las Torres
Apoyos	27 - 47	48 – ST Abarloar

N ° Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Ángulo con siguiente alineación (°)	Longitud (m)
1	P-ST Abarloar	54	191,34	51,58
2	54	45	209,96	2967,25
3	45	27	-	949,22

5.1.2. COORDENADAS DE LOS APOYOS

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los apoyos de la línea aérea (Zona 30N UTM):

Apoyo	Tipo	X _{UTM}	Y _{UTM}	Z _{UTM}
27	IC-55000-25-N1333	480354,42	4473485,72	833,70
43	CO-27000-39-S1666	480517,16	4473580,19	834,34
44	CO-3000-45-S1775	480850,05	4473773,42	837,06
45	CO-18000-27-S1666	481175,35	4473962,25	847,59
46	CO-3000-27-S1775	481438,14	4474175,77	840,71
47	CO-3000-27-S1775	481691,86	4474381,92	851,30
48	CO-3000-27-S1775	481951,46	4474592,84	855,63
49	CO-3000-30-S1775	482205,85	4474799,54	853,94
50	CO-3000-27-S1775	482468,11	4475012,62	857,31
51	CO-3000-27-S1775	482726,96	4475222,95	855,94
52	CO-3000-27-S1775	482979,21	4475427,90	861,40
53	CO-3000-30-S1775	483225,29	4475627,85	863,17
54	CO-27000-21-S1556	483478,26	4475833,38	863,14
P-ST ABARLOAR	P-220.str	483527,42	4475849,72	862,75

6. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA AÉREA

La línea aérea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema.....	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (KV)	220
Tensión más elevada de la red (KV)	245
Categoría.....	Especial
Nº de circuitos.....	1
Nº de conductores aéreos por fase	1
Tipo de conductor aéreo.....	LA-380 GULL
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica.....	OPGW tipo II-25kA
Número de cables de tierra convencional	1
Tipo de cable de tierra convencional	7N7 AWG
Potencia máxima de diseño (MVA)	73,98
Número de apoyos.....	13
Longitud (km)	3,9
Origen	ST Abarloar
Final.....	APOYO 27 de L/220kV Armada - Piñon
Provincias afectadas.....	Madrid
Zona de aplicación	ZONA B
Tipo de aislamiento.....	Vidrio
Apoyos	Torres Metálicas de Celosía
Cimentaciones.....	De zapatas individuales
Puesta a tierra	Anillos cerrados de acero descaburado

6.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO AÉREO

6.2.1. CONDUCTORES

El conductor a emplear en la construcción de la línea será de aluminio y acero recubierto de aluminio. A continuación, se definen sus principales características:

Tipo	SX GULL-ACSR-AW
Material.....	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm)	25,38
Sección total (mm ²)	381
Peso (daN/m)	1,254
Carga de rotura (daN)	10.900
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	4.910
Coefficiente de dilatación lineal (°C-1).....	23·10 ⁻⁶
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω/Km).....	0,0857

6.2.2. CABLE DE FIBRA ÓPTICA

El cable de tierra compuesto de fibra óptica OPGW a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación	OPGW Tipo II 25 kA
Sección total (mm ²)	168,86
Diámetro total (mm)	18
Peso del cable (daN/m)	0,91
Carga de rotura	13.352
Módulo de elasticidad(daN/mm ²)	12.279
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1).....	14,8·10 ⁻⁶

6.2.3. CABLE DE TIERRA CONVENCIONAL

El cable de tierra convencional AWG a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación	7N7 AWG
Sección total (mm ²)	73,87
Diámetro total (mm)	11
Peso del cable (daN/m)	0,491
Carga de rotura	8.645
Módulo de elasticidad(daN/mm ²)	16.170
Coeficiente de dilatación lineal (°C-1).....	13,0·10 ⁻⁶

6.2.4. AISLADORES

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BSP.

Denominación	U160BSP
Paso (mm)	146
Diámetro (mm)	320
Línea de fuga (mm)	545
Carga mecánica (daN)	16.000
Unión normalizada IEC-60120.....	20
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia (kV)	55
Tensión soportada Impulso tipo rayo en seco (kV).....	140
Peso neto aproximado (kg)	8

6.2.5. HERRAJES

Los herrajes serán de acero galvanizado en caliente, y estarán adecuadamente protegidos frente a la corrosión. Éstos cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

La cadena de suspensión tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Yugo triangular
- Rótula de horquilla
- Horquilla bola
- Horquilla revirada
- Descargador superior
- Grapa amarre compresión

La carga de rotura mínima de la cadena de suspensión es 32.000 daN.

La lista total de elementos que componen la cadena de amarre, así como sus características y material, se detallan en el documento Planos.

La cadena de amarre tendrá los siguientes elementos principales:

- Grillete recto
- Yugo triangular
- Rótula de horquilla
- Horquilla bola
- Horquilla revirada
- Descargador superior
- Grapa amarre compresión

La carga de rotura mínima de la cadena de amarre es 33.000 daN.

La lista total de elementos que componen la cadena de amarre, así como sus características y material, se detallan en el documento Planos.

Los herrajes correspondientes al cable de fibra óptica y al cable de tierra convencional se detallan en su totalidad en el documento Planos.

6.2.6. EMPALMES

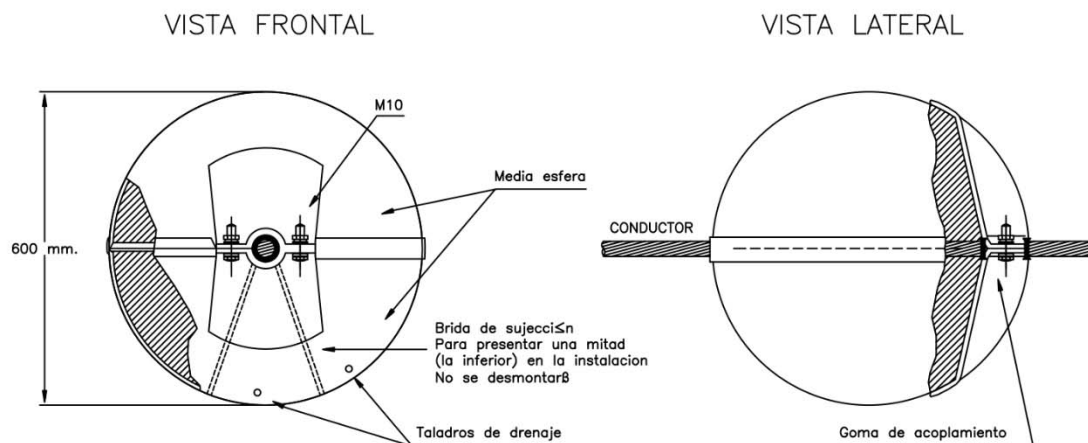
La unión de conductores y cables de tierra se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Los empalmes del cable de tierra serán de acero inoxidable.

6.2.7. BALIZAS

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra. Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo, siguiendo los criterios siguientes:

- En vanos de cruce con autopistas y autovías, para prevenir accidentes de helicópteros que las recorren. Se instalarán 3 balizas, las extremas sobre cada calzada y la tercera en medio de las dos. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo.
- En zonas próximas a aeropuertos o de especial densidad de tráfico aéreo se seleccionarán los vanos que se encuentren en dicha zona y se instalarán balizas cada 30 m. En caso de existencia de dos hilos de tierra, se colocarán al tresbolillo, quedando separadas en este caso 60 m. en cada hilo de tierra. En cualquier caso se cumplirá lo que especifique la autoridad en materia de navegación aérea.



6.2.8. PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Para el diseño de la puesta a tierra se tendrá en cuenta el efecto de los cables de tierra a lo largo de la línea

Para poder identificar los apoyos en los que se deben garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en el aptdo. 7.3.4.2 del ITC 07 se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que sólo se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.
- Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

Los apoyos de la línea cumplen las condiciones de No Frecuentados.

Por tanto, en este caso los apoyos no frecuentados con cimentación tipo patas separadas tendrán una puesta a tierra en cada pata mediante grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra. El sistema de puesta a tierra se muestra detallado en el documento Planos.

6.2.9. NUMERACIÓN Y AVISO DE PELIGRO

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aprox. 4 m).

6.2.10. AMORTIGUADORES

En general, tal como expone el apdo. 3.2.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT, se recomienda que la tracción a temperatura de 15°C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

Será preciso un estudio de amortiguamiento que se solicitará al fabricante de los mismos para determinar el número real de amortiguadores y la colocación exacta de estos.

6.2.11. DISPOSITIVOS SALVAPÁJAROS

Según el 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 en su artículo 7 relativo a medidas de prevención contra colisión, se establece que los nuevos tendidos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se han de colocar en los cables de tierra y si éstos no existiesen, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, y se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm.

Se estima la utilización de balizas salvapájaros de dos tipos:

- Tipo BAGTR: para las zonas con presencia de aves crepusculares o identificadas como alto riesgo de colisión.
 - Instalación manual o semiautomática mediante máquina sobre el cable de tierra.
 - Cadencia: cada 5 metros en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.
- Tipo BESP: para el resto de las zonas en las que sea necesario aplicar esta medida.
 - Modelo helicoidal de doble empotramiento (amarillo o naranja).
 - Instalación manual.

- Cadencia: cada 5 metros entre extremos del dispositivo en un cable de tierra único y cada 10 metros alternos cuando la línea disponga de dos cables de tierra.

En el Documento Planos se mencionan las características de los salvapájaros descritos.

El tipo de dispositivos salvapájaros, su ubicación, el número total y su colocación definitiva será confirmado en el Estudio de Impacto Ambiental.

6.2.12. APOYOS Y CIMENTACIONES

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía, de las series CÓNDROR e ÍCARO del fabricante IMDEXSA, o similar. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente proyecto será en capa para facilitar el respeto de distancias eléctricas y los cruzamientos con otras líneas de tensión.

El tipo de apoyo seleccionado está construido con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco piramidales de sección cuadrada con extensiones de 5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

Todos los apoyos dispondrán de una doble cúpula para instalar el cable de fibra óptica y el cable de tierra convencional por encima de los conductores. Las geometrías básicas de los apoyos pueden consultarse en el documento Planos.

Las cimentaciones serán de patas separadas, tetrabloque y tipo circular con cueva para todos los apoyos de la línea. Las características dimensionales de las cimentaciones para cada tipo de apoyo pueden consultarse en el documento Anexo1. Cálculos.

7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

A continuación se muestra un diagrama de Gantt con la programación de las distintas etapas de construcción de la citada instalación:

		MES 1				MES 2				MES 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.0	L/220kV Abarloar – Piñon (tramo ST Abarloar – AP27)												
1.1	Replanteo de apoyos												
1.2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)												
1.3	Adecuación de accesos												
1.4	Adecuación de campos de acopio												
1.5	Acopio y clasificación de materiales												
1.7	Excavación de cimentaciones												
1.8	Hormigonado de cimentaciones												
1.9	Montaje de estructuras e izado												
1.10	Tendido conductores												
1.11	Tensado, regulado y engrapado de conductores												

		MES 1				MES 2				MES 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.12	Tendido conductores												
1.13	Tensado, regulado y engrapado de cables de tierra y FO												
1.14	Instalación de balizas protección avifauna												
1.15	Señalización												
1.16	Limpieza de áreas afectadas												
1.17	Restauración de terrenos												
1.18	Verificación e inspección inicial												
2.0	Vigilancia medioambiental												
3.0	Seguridad y salud												

8. CRUZAMIENTOS

8.1. NORMAS APLICABLES

Las normas aplicables a los cruzamientos de esta línea están recogidas en el 5º apartado de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento de condiciones técnicas y de seguridad en líneas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.

A continuación, se incluye la tabla base a partir de la cual se determinarán las distancias, y posteriormente se detallarán las distancias de seguridad en los distintos casos de cruzamientos necesarios en este proyecto.

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Donde:

- D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- D_{pp} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D_{pp} es una distancia interna.

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

Este apartado corresponde al 5.4.2 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} con un mínimo de 0,2 m.

Por tanto, la distancia mínima será de 1,7 m para líneas de 220 kV

Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

Este apartado corresponde al 5.5 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima de los conductores a cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficie de agua no navegable será de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de 6 metros.

Por tanto, la distancia mínima será de 7 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación

Este apartado corresponde al 5.6 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como de baja tensión.

En caso de cruzamiento entre líneas eléctricas aéreas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} [m]$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión hasta 45kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45kV y hasta 66kV.

- 4 metros para líneas de tensión superior a 66kV y hasta 132kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132kV y hasta 220kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220kV y hasta 400kV.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} [m]$$

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)
66	2,5
132	3
220	3,5
400	4

Siendo en este caso:

- $D_{add} = 3,5$ metros
- $D_{pp} = 2$ metros

Por tanto, la distancia mínima vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en el punto de cruce será de 5,5 metros para líneas de 220 kV.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de la línea superior y los cables de tierra convencionales o compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior en el caso de que existan, no deberá de ser inferior a:

$$D_{add} + Del = 1,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 3,2 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a carreteras, ferrocarriles, tranvías y trolebuses

Este apartado corresponde a los subapartados 5.7, 5.8 y 5.9 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de las carreteras o por las cabezas de los carriles de los ferrocarriles sin electrificar será de:

$$D_{add} + Del [m]$$

Con una distancia mínima de 7 metros, siendo D_{add} igual a 7,5 para líneas de categoría especial.

Por tanto, esta distancia mínima será de 9,2 metros para líneas de 220 kV.

Para ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será:

$$Dadd + Del = 3,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 4 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de 5,2 metros para líneas de 220 kV.

Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Este apartado corresponde al 5.11 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

La distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical, sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será en líneas de categoría especial de:

$$G + Dadd + Del = G + 3,5 + Del [m]$$

siendo G el gálibo. En el caso de que no exista gálibo definido se considerará este igual a 4,7 metros.

Por tanto, esta distancia mínima será de G+5,2 metros para líneas de 220 kV.

Paso por bosques, árboles y masas de arbolado

Este apartado corresponde al 5.12.1 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$Dadd + Del = 1,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 2 metros.

Por tanto, la zona de servidumbre de vuelo se verá incrementada 3,2 metros a ambos lados de su proyección para líneas de 220 kV.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

Este apartado corresponde al 5.12.2 de la ITC-LAT-07 citada anteriormente.

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$Dadd + Del = 3,3 + Del [m]$$

Con un mínimo de 5 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente proyecto, esta distancia será 5 m.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas:

$$5,5 + Del [m]$$

Con un mínimo de 6 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente proyecto, esta distancia será 7,2 metros.

- Sobre puntos no accesibles a las personas:

$$3,3 + Del [m]$$

Con un mínimo de 4 metros.

Entonces, para la línea de 220 kV objeto del presente proyecto, esta distancia será 5 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

8.2. RESUMEN DE DISTANCIAS

A continuación, se muestra un resumen de las distintas distancias de seguridad en los distintos casos particulares:

Distancias de aislamiento	
Distancia	Tensión nominal 220 kV
Distancia a masa (m)	1,7
Distancia a fase (m)	1,7
Distancia mínima al terreno (m)	7
Bosques y árboles (m)	3,2

Distancias verticales en cruzamientos	
Distancia mínima a	Tensión nominal 220 kV
Caminos o sendas (m)	7
Cursos de agua no navegables (m)	7
Líneas eléctricas o líneas de telecomunicación (distancia a conductores) (m)	5,5
Líneas eléctricas o líneas de telecomunicación (distancia a cables de guarda) (m)	3,2
Carreteras y ferrocarriles sin electrificar (m)	9,2
Ferrocarriles electrificados, tranvías o trolebuses (m)	5,2 a conductor más alto de todas las líneas del ferrocarril
Ríos y canales, navegables o flotables (m)	G+5,2

8.3. RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

N ^º Alineación	Apoyo inicial	Apoyo final	Cruzamientos	Paralelismos	Organismos afectados
2	49	48	Carretera M-225 de la M-206 al límite de provincia de Guadalajara, km 20,209		Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid
			Línea telefónica		Telefónica
3	44	43	Línea eléctrica de 132 kV		UFD Distribución Electricidad
			Arroyo del Val		Confederación Hidrográfica del Tajo

9. ORGANISMOS AFECTADOS

A continuación, se presenta un listado resumen de los organismos afectados por la presente L/220kV Abarloar – Piñón (tramo ST Abarloar – APOYO 27):

- Ayuntamiento de Corpa (Madrid)
- Ayuntamiento de Pezuela de las Torres (Madrid)
- Confederación Hidrográfica del Tajo
- UFD Distribución Electricidad S.A.
- Telefónica
- Dirección General de Carreteras de la Comunidad de Madrid

10. CONCLUSIÓN

Considerando expuestas en esta memoria del Proyecto Oficial de Ejecución de L/220kV Abarloar - Piñón, en concreto en su tramo ST Abarloar – APOYO 27, todas las razones que justifican la construcción de la misma, se espera sea concedida **la Autorización Administrativa Previa, la Autorización Administrativa de Construcción, así como la Declaración en concreto de Utilidad Pública**, a efecto de imposición de servidumbres para el paso de la línea a través de los terrenos afectados por las obras de acuerdo con la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.

Madrid, julio de 2020

Dña. María Inmaculada Blázquez García

Ingeniera Industrial y del ICAI

Col. Nº 3694/2924



ADENDA AL PROYECTO DE EJECUCIÓN OFICIAL

**L/220 kV ABARLOAR – PIÑÓN (TRAMO ST ABARLOAR –
AP27)**

Término Municipal de Corpa y Pezuela de las Torres

(Provincia de Madrid)



ÍNDICE GENERAL

- 1. MEMORIA**
- 2. PLANOS**
- 3. PRESUPUESTO**
- 4. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**



ADENDA AL PROYECTO DE EJECUCIÓN OFICIAL

DOCUMENTO Nº1 MEMORIA

**L/220 kV ABARLOAR – PIÑÓN (TRAMO ST ABARLOAR –
AP27)**

Término Municipal de Corpa y Pezuela de las Torres

(Provincia de Madrid)

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA**ÍNDICE**

1	JUSTIFICACIÓN	4
1.1	ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS.....	4
1.2	OBJETO DE LA ADENDA	4
1.3	PROMOTOR	5
2	MODIFICACIONES REALIZADAS EN LA MEMORIA DEL ANTEPROYECTO ORIGINAL	5
2.1	APARTADO “5. Descripción del trazado”	6
2.2	APARTADO “6.3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA”	6
2.3	apartado “8. cronograma de ejecución”	10
3	CONCLUSIONES.....	11

1 JUSTIFICACIÓN

1.1 ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS

El presente proyecto de ejecución forma parte del expediente PFot-191 que se está tramitando por la Subdelegación del Gobierno en Guadalajara y tiene como órgano sustantivo el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Dicho Proyecto de Ejecución, junto con sus infraestructuras asociadas dentro del mismo expediente, fue presentado ante la Secretaría de Estado de Energía de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el 4 de noviembre y fue aceptado a trámite el 30 de noviembre de 2020. Con fecha de 18 de marzo de 2021 se subsanaron las Solicitudes Administrativas requeridas por la Subdelegación del Gobierno en Guadalajara y el 9 de abril se inició el proceso de Información Pública y de consultas a organismos.

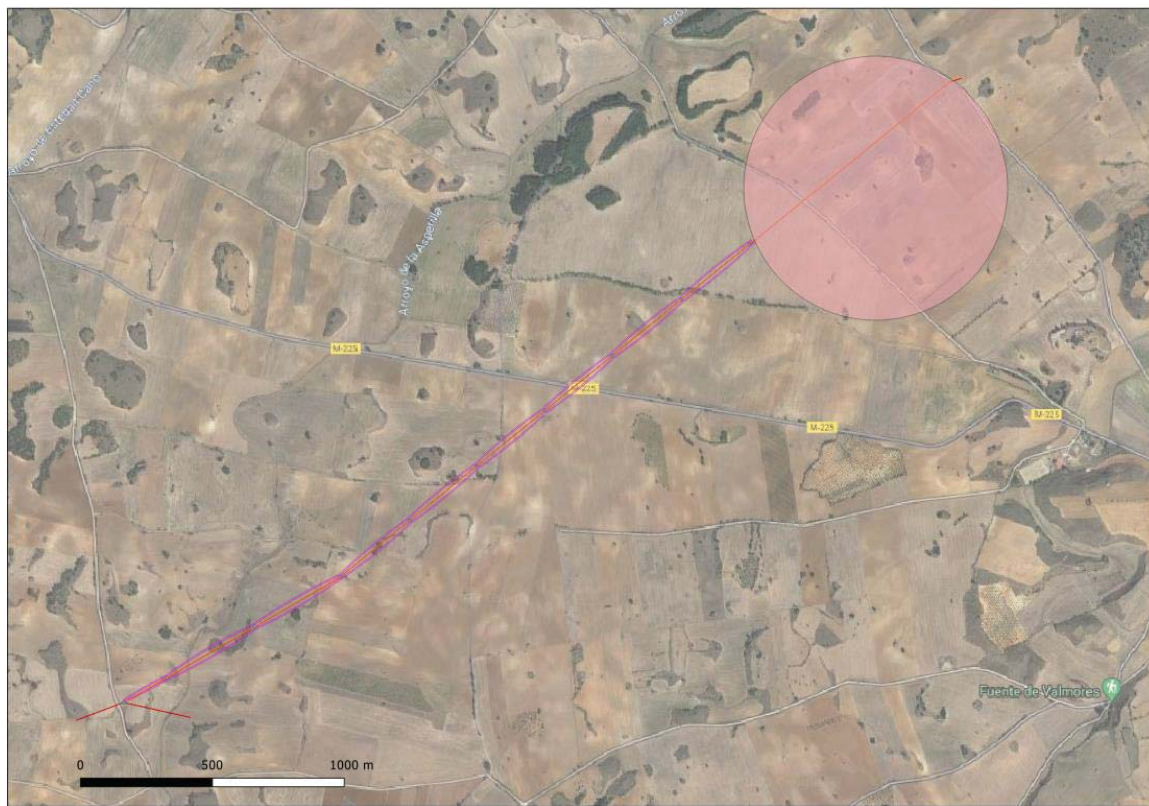
Una vez finalizado el proceso de Información Pública y Consultas a Organismos, analizando el informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura de la Comunidad de Madrid, el promotor ha decidido realizar un cambio en el Proyecto de Ejecución, para mitigar los impactos planteados en dicho informe. Concretamente se ha decidido soterrar el primer kilómetro de la línea eliminando la afección sobre un radio de 500 metros alrededor de un nido de águila imperial.

1.2 OBJETO DE LA ADENDA

El motivo de la realización de la presente adenda es recoger las modificaciones necesarias en el Proyecto Oficial de Ejecución L/220 kV Abarloar – Piñón (tramo ST Abarloar – AP27), para adaptar el Proyecto Oficial de Ejecución al informe indicado en el apartado anterior. El Proyecto Oficial de Ejecución original fue firmado el pasado 4 de noviembre de 2020 por el técnico competente D. María Inmaculada Blázquez García con número de visado del proyecto 0343/20.

Se ha adaptado el Proyecto Oficial de Ejecución de la línea de evacuación de 220 kV, de forma que pasa de ser aérea en su totalidad a dividirse en dos tramos, un primer tramo subterráneo para posteriormente continuar en aéreo. Aclarar que no se ha modificado el trazado de la línea si no que parte del mismo se ha soterrado. Este ajuste se ha realizado con el fin de mitigar los impactos planteados en el informe de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura de la Comunidad de Madrid. Concretamente se ha decidido soterrar el primer kilómetro de la línea para eliminar la afección sobre un radio de 500 metros alrededor de un nido de águila imperial

En la imagen siguiente se puede observar en detalle el buffer de 500 m alrededor del nido, para identificar el tramo que se ha decidido soterrar.



1.3 PROMOTOR

La sociedad señalada en el objeto del presente proyecto podrá resultar titular de la instalación una vez obtenga de la Administración competente las correspondientes autorizaciones.

A efectos de notificaciones, el interlocutor será:

IGNIS ENERGÍA S.L.

C.I.F.: B- 87290805

Dirección: Calle Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ºD - 28016 Madrid, España

Teléfono: 910059775

2 MODIFICACIONES REALIZADAS EN LA MEMORIA DEL ANTEPROYECTO ORIGINAL

A continuación, se describen los apartados en los cuales se modifica la memoria del Proyecto Oficial de Ejecución original.

2.1 APARTADO “5. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO”

Por el cambio en el trazado de la línea, incluyendo un nuevo tramo subterráneo, los nuevos datos son:

- Longitud total de la línea de 3,978 km, que se divide en 2 tramos diferenciados:
- Un tramo aéreo de 2,974 km de longitud
- Un tramo subterráneo de 1,004 km de longitud

2.1.1 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO AÉREO DE LA LÍNEA

La línea aérea tiene su origen en el APOYO PAS 51, situado en el término municipal de Pezuela de las Torres (Madrid), y discurre a través de 2 alineaciones y 10 apoyos hasta el APOYO 27 de la L/220 kV Abarloar – Piñón, que comparte con el APOYO 27 de la L/220 kV Armada – Piñón, en el término municipal de Corpa (Madrid). Tiene una longitud de 2,974 kilómetros, y discurre por los términos municipales de Corpa y Pezuela de las Torres, ambos en la Comunidad de Madrid.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

La línea subterránea transcurre desde la ST Abarloar, situada en el término municipal Pezuela de las Torres (Madrid), hasta el apoyo 51 tipo PAS, situado en el mismo término municipal. Dicho tramo tiene una longitud de 1,004 km.

El detalle del recorrido de la línea subterránea se especifica en el documento “Planos” del presente Proyecto.

Siendo las coordenadas de los vértices de la línea subterránea (ZONA 30N UTM) las recogidas en la siguiente tabla:

Vértice LSAT	X _{UTM}	Y _{UTM}
V1	483527,42	4475849,72
V2	483478,38	4475833,21
V3	482739,104	4475232,7044

2.2 APARTADO “6.3. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA”

2.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

El tramo subterráneo de la línea objeto del presente proyecto tiene como principales características las siguientes:

Sistema Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz) 50

Tensión nominal (kV)	220
Tensión más elevada de la red (kV)	245
Categoría.....	Primera
Potencia máxima de diseño (MVA).....	73,98
Nº de circuitos	1
Tipo de cable subterráneo	XLPE AL 1x300
Nº de cables por fase	1
Tipo de cable de fibra óptica	OPSYCOM PKP de 48 fibras
Número de cables de fibra óptica.....	1
Tipo de puesta a tierra.....	Single-Point
Longitud (km).....	0,95
Origen	ST Abarloar
Fin	Apoyo PAS 51
Provincias afectadas	Madrid

2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL TRAMO SUBTERRÁNEO

2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE

Son cables de aluminio con pantalla de alambre de cobre, recubrimiento de PVC, aislamiento XLPE del fabricante Taihan, u otro similar siempre que sean técnicamente equivalentes.

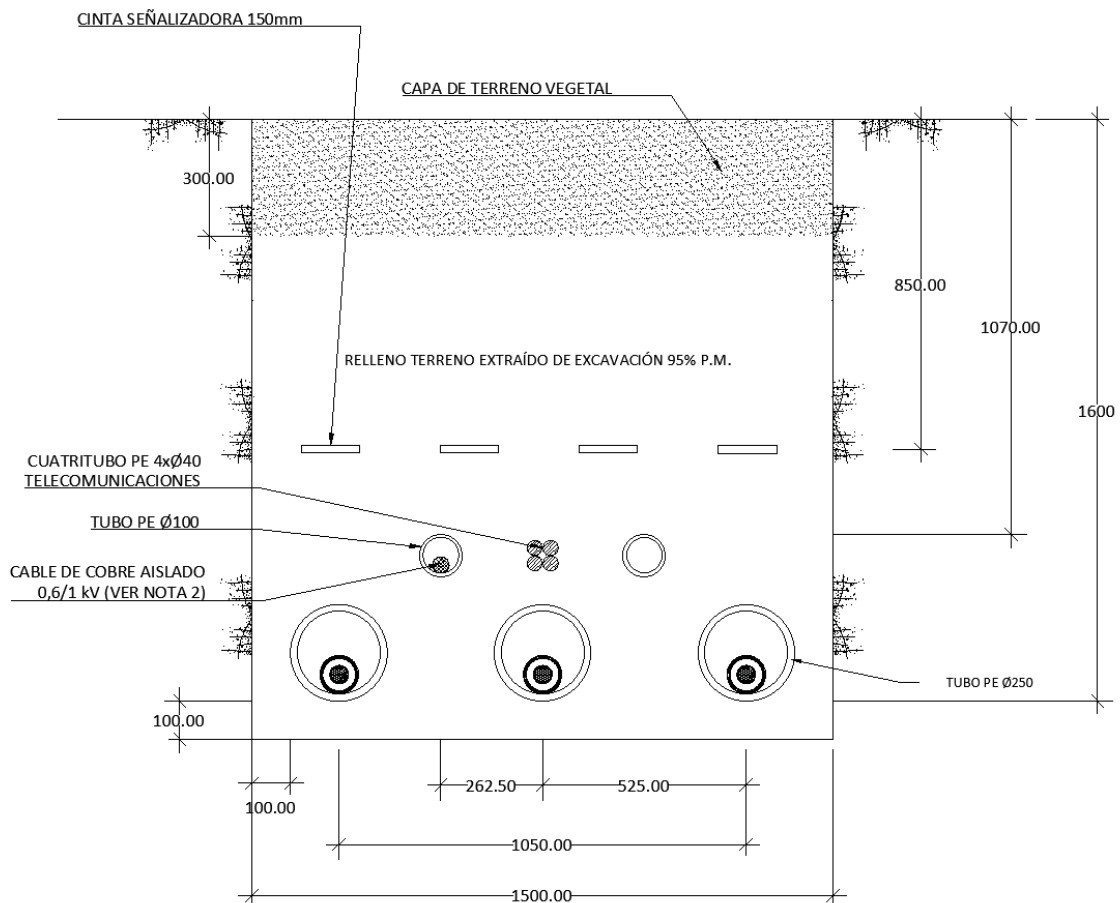
Tipo	XLPE AL 1x300
Material	Sección de aluminio segmentado
Aislamiento	XLPE
Pantalla	Blindaje de alambre de cobre
Cubierta exterior.....	PVC
Diámetro cable completo (mm).....	40,97
Peso (daN/m)	9,2
Resistencia eléctrica en cc a 20°C (Ω /km).....	0,1
Inductancia eléctrica (Ω /km)	0,294
Capacidad (μ F/km).....	0,147
Intensidad máxima admisible (A)	459

2.2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZANJA

La canalización de la línea se realizará en configuración de capa y bajo tubo de 250 mm de diámetro. El lecho de la canalización solo será hormigonado (hormigón tipo HM-20/B/20) en los cruzamientos con caminos existentes. Se incluyen unas canalizaciones de tubo de plástico de 110 mm de diámetro para la configuración de puesta a tierra “Single Point”.

Se enterrarán una distancia tal que el exterior del tubo superior se encuentre a una distancia de la superficie de 0,822 metros y el exterior del tubo inferior se encuentre a 1,35 metros de profundidad. La disposición relativa de los tubos se especifica en la figura.

Se señalizará todo el recorrido mediante cintas de señalización. Se rellenarán las capas superiores de la forma que se indica en la figura atendiendo a la colocación de los cables de comunicaciones.



2.2.2.3 TIPO DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA

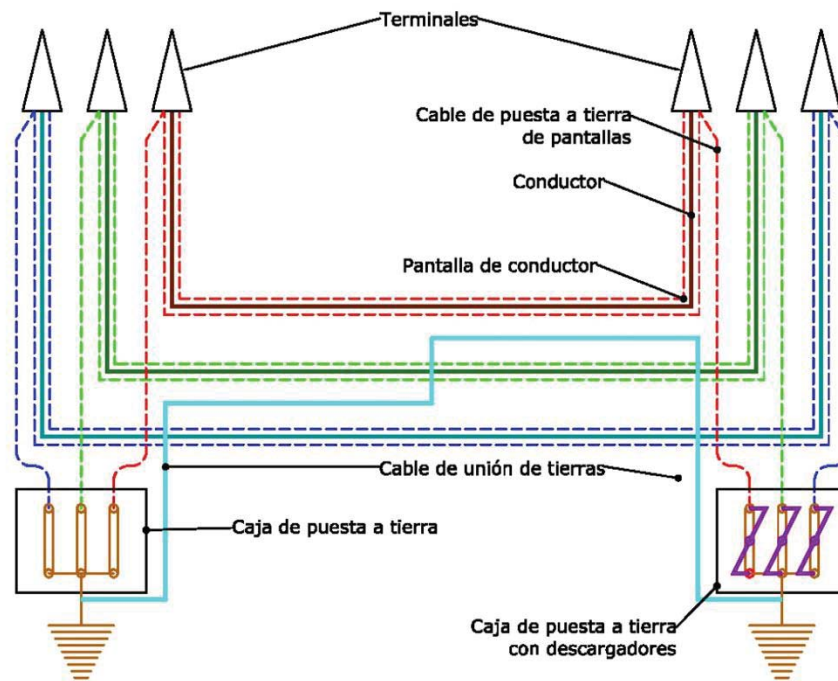
Los conductores disponen de una pantalla sobre la que se inducen tensiones, por lo que es necesario un sistema de conexión de puesta a tierra. En el caso de la presente línea se ha optado por el sistema Single-Point, ya que se trata de un tramo subterráneo de poca longitud.

Este método consiste en conectar las pantallas de los cables a tierra en un único extremo de la línea para aumentar su amplitud.

Como ventajas de este tipo de puesta a tierra, se pueden señalar:

- Sistema de conexión sencillo y de poco coste

- En régimen de servicio continuo, las tensiones de las pantallas entre sí y respecto de tierra son pequeñas debido a la longitud de la línea, se eliminan las corrientes que debido a la inducción puedan circular por la pantalla y aumenten la temperatura de operación del cable a niveles peligrosos.



2.2.2.4 CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL

En todos los circuitos con las pantallas conectadas a tierra en un solo punto se debe instalar un conductor paralelo de continuidad de tierra.

Este conductor debe ir aislado y debe ser de sección suficiente para conducir la corriente de cortocircuito del sistema. En cualquier caso, la sección del cable equipotencial debe ser igual o mayor a la sección total de la pantalla del cable de potencia.

2.2.2.5 CAJAS DE CONEXIÓN TRIPOLARES DE PUESTA A TIERRA

Las cajas de conexión serán de dos tipos, enterradas y tipo intemperie, estas últimas alojarán los descargadores de sobretensión, asociados al sistema de puesta a tierra.

Las tapas serán de acero inoxidable y garantizarán un grado de protección mínimo IP 58 para las cajas de tipo intemperie e IP 68 para cajas enterradas.

2.2.2.6 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEO

El cable de fibra óptica será de tipo OPSYCOM PKP de 48 fibras y estará constituido por un núcleo de fibra de vidrio, en donde se soportarán los cables de fibra óptica.

Contará con cubierta de polietileno de baja densidad de mínimo 0,8 mm de espesor. El cable está reforzado con hilos de poliamida y con una cubierta de polietileno de baja densidad mínimo de 1,5 mm de espesor.

2.2.2.7 TERMINALES DE EXTERIOR (TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO)

Los terminales de exterior serán de composite y para una tensión de 220 kV nominales. Estos terminales tienen el aislador de composite de pedestal anclado a una base metálica de fundición que a su vez está soportada por una placa metálica. Estos terminales se colocarán en el apoyo PAS.

El arranque del conector está protegido por una pantalla contra las descargas parciales.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador. El aislador se rellena de aceite de silicona, que no requiere un control de la presión de este.

Se utilizarán manguitos de conexión a presión diseñada para resistir esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento habitual y los eventos de cortocircuito.

Esta descripción no corresponde a un tipo de terminal específico, en el momento de la construcción los terminales se determinarán en función de las ofertas reales del fabricante que cumplan con los requisitos de diseño.

2.2.2.8 PERFORACIÓN DIRIGIDA

El tramo de línea subterráneo no va a requerir perforaciones dirigidas.

En caso de que fueran necesarios para realizar cruzamientos con carreteras, ríos, vías de tren, etc. que no permitan la apertura de zanja a través de ellos, se emplearía la perforación dirigida, que consiste en un topo que realiza una excavación parabólica bajo el cruzamiento a realizar.

Podrán realizarse perforación mediante tubos independientes para cada conductor o bien una vaina de polietileno de alta densidad que agrupe varios conductores.

2.3 APARTADO “8. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN”

Para el tramo subterráneo:

		MES 1				MES 2				MES 3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	L/220kV Abarloar – Piñón (tramo ST Abarloar – AP27)												
1.1	Replanteo de canalización												
1.2	Desbroce y tala de arbolado (sólo si aplica)												
1.3	Adecuación de accesos												

3 CONCLUSIONES

Página 11 de 11



ADENDA AL PROYECTO DE EJECUCIÓN OFICIAL

DOCUMENTO Nº2 PLANOS

**L/220 kV ABARLOAR – PIÑÓN (TRAMO ST ABARLOAR –
AP27)**

Término Municipal de Corpa y Pezuela de las Torres

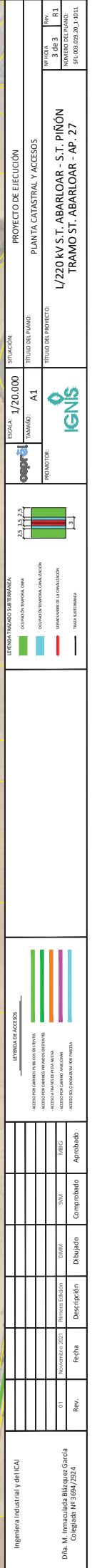
(Provincia de Madrid)

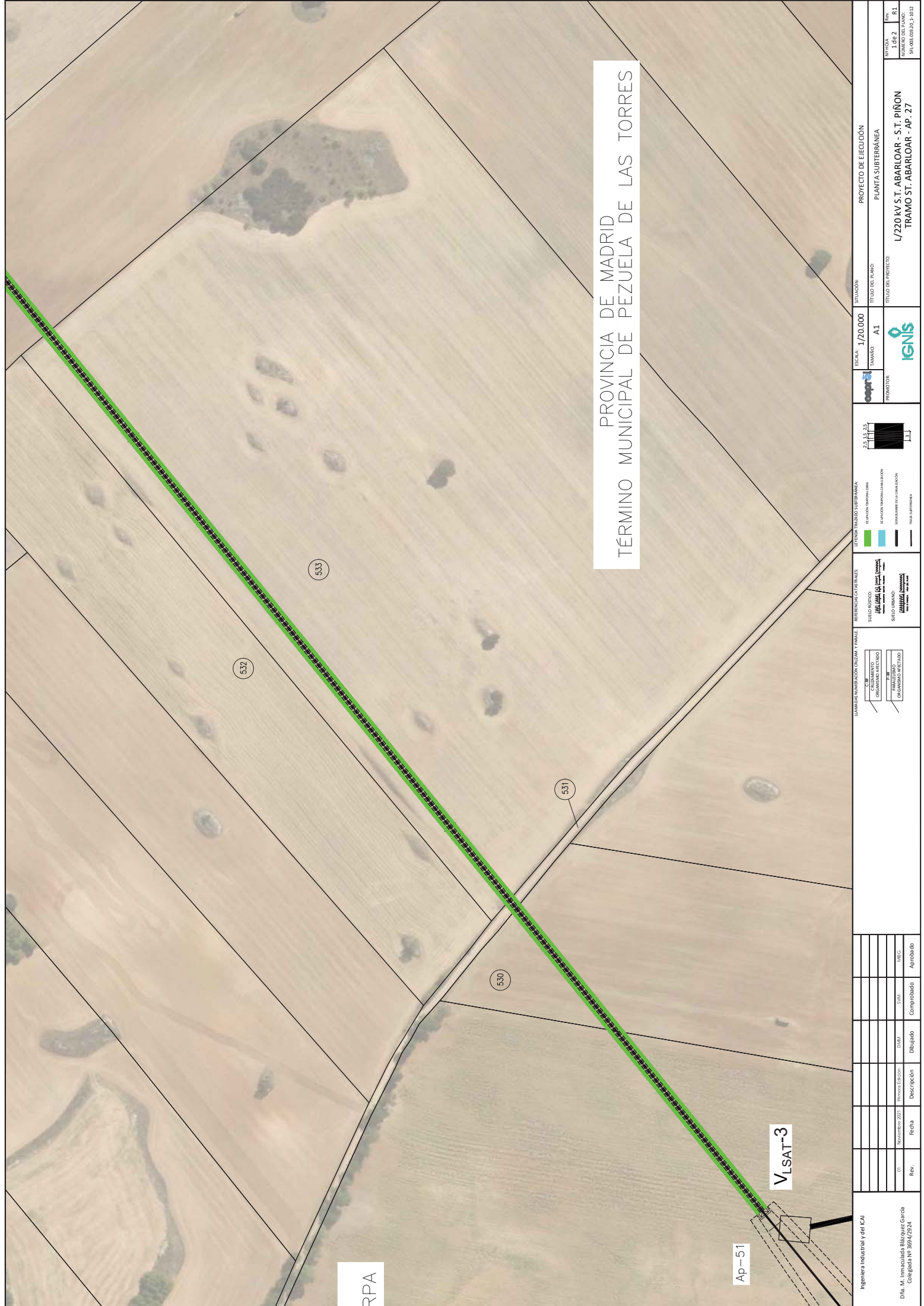
1. MODIFICACIONES REALIZADAS EN LOS PLANOS DEL PROYECTO OFICIAL DE EJECUCIÓN

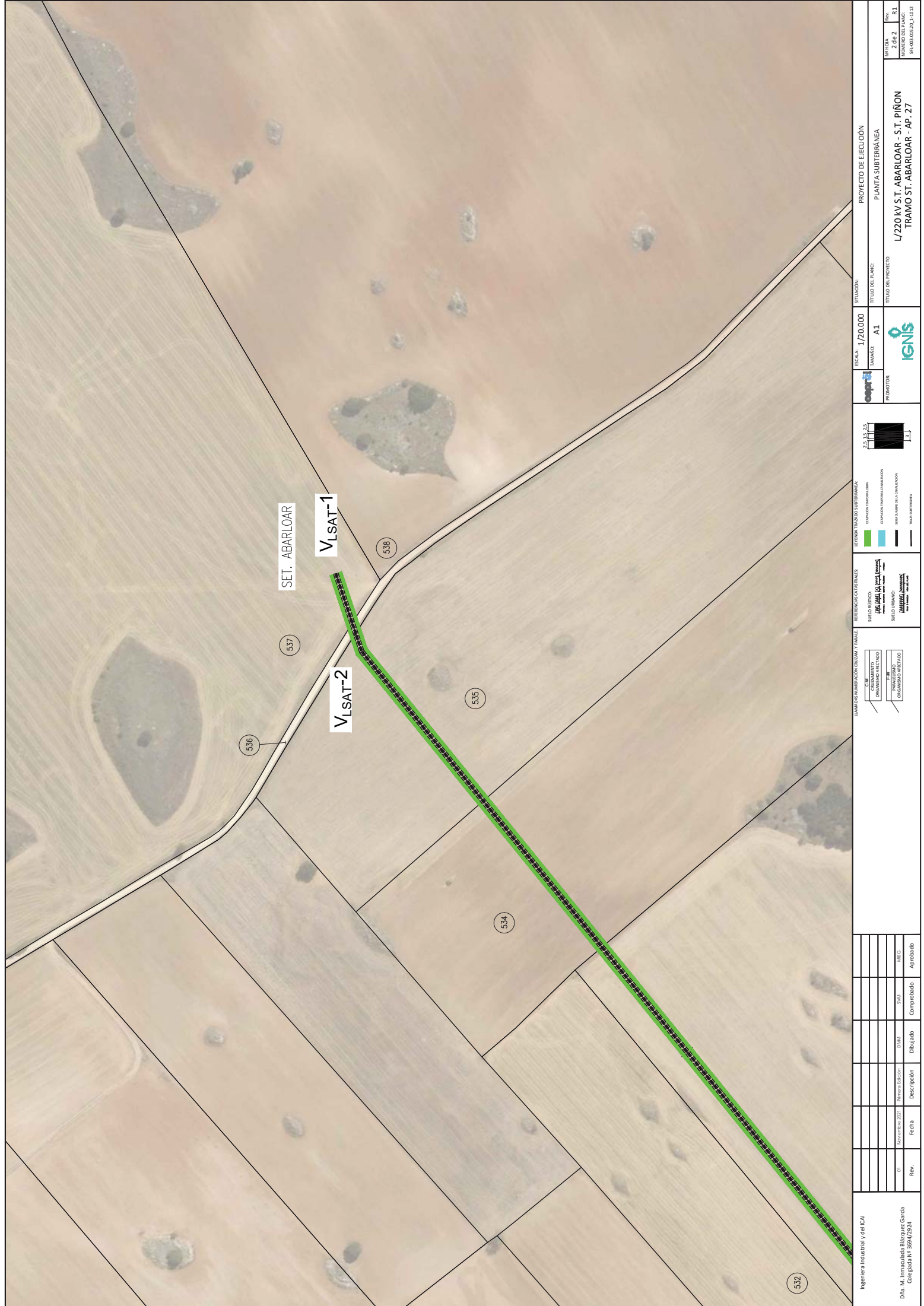
A continuación, se muestran planos complementarios al proyecto inicial para detallar el soterramiento de parte del trazado inicial.

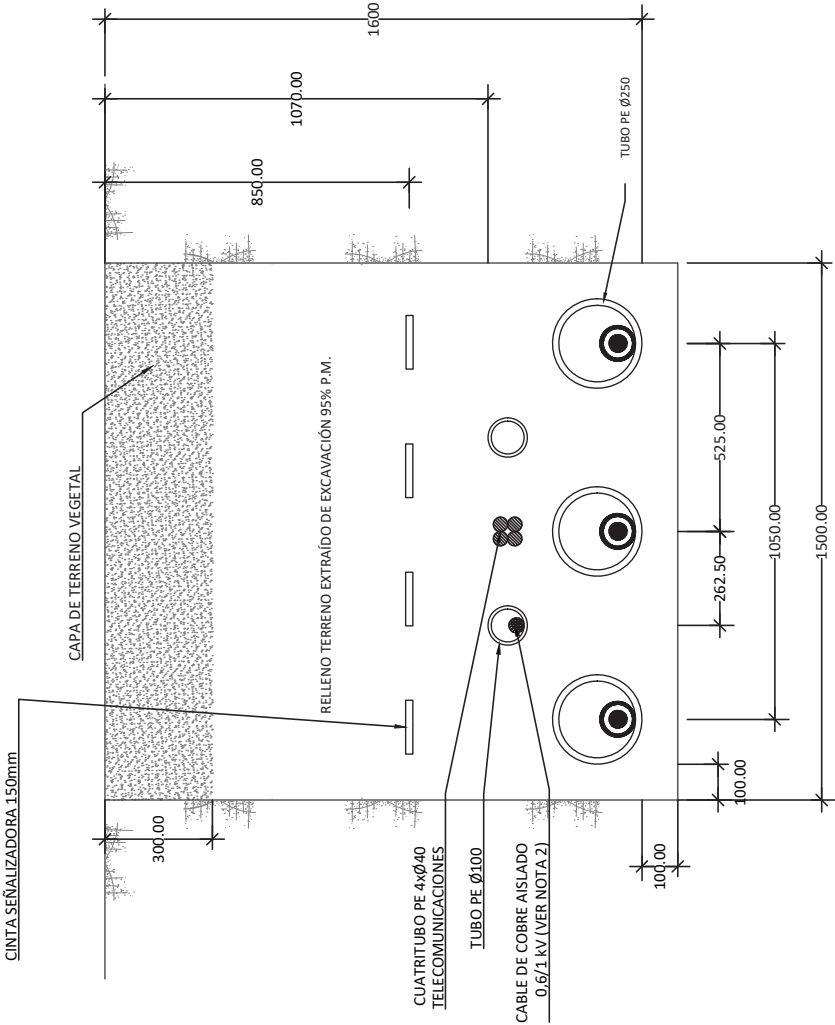
- SFL-003.019.20_1-1001
- SFL-003.019.20_1-1011
- SFL-003.019.20_1-1012
- SFL-003.019.20_1-1013
- SFL-003.019.20_1-1014











NOTAS:

- 1.- En el caso de conexión a tierra de las pantallas "Single-Point" se realizará la transposición de los dos tubos Ø110 mm en el 50% del recorrido, por encima del tubo de Ø250 mm en una longitud de 6 m.
- 2.- En el interior de cada tubo se intalará una cuerda de nylon de Ø10 mm. y carga de rotura ≥ 10 kN.
- 3.- En cada tubo del cuatritubo de telecomunicaciones la cuerda de nylon será de Ø6 mm. y carga de rotura $\geq 7,5$ kN.
- 4.- El cuatritubo de telecomunicaciones será de color exterior verde e interior blanco siliconado y estriado, espesor 3 mm, presión nominal 10 bar y coeficiente rozamiento menor 0,08.
- 5.- El cuatritubo de telecomunicaciones se instalará en una única pieza (sin empalmes) entre las arquetas dobles de telecomunicaciones, siendo pasante en las arquetas sencillas.
- 6.- El corte del cuatritubo de telecomunicaciones en el interior de las arquetas dobles de telecomunicaciones se realizará a 30 cm. de la pared interior.

Ingeniera Industrial y del ICAI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--