



BORRADOR DEL PLAN ESPECIAL DE INFRAESTRUCTURAS



PROYECTO FOTOVOLTAICO NUDO FUENCARRAL (PFot-549 AC)

BLOQUE III.
DOCUMENTACIÓN NORMATIVA
VOLUMEN 1. MEMORIA DE EJECUCIÓN DE LA
INFRAESTRUCTURA PROPUESTA

NOVIEMBRE 2021

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.....	1
1.1 Objetivos, justificación, conveniencia y oportunidad de la redacción del Plan Especial	1
1.1.1 Objetivos 1	
1.1.2 Justificación, conveniencia y oportunidad	1
1.2 Marco normativo	2
1.2.1 Estatal	2
1.2.2 Autonómico	3
1.2.3 Municipal	4
1.3 Descripción y características de las infraestructuras.....	6
1.3.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”	7
1.3.1.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”. Zona 4.....	7
1.3.1.2 Subestación Elevadora "SE Los Pradillos 400 kV"	40
1.3.1.3 Línea E/S SE Los Pradillos 400kV	59
1.3.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV”	64
1.3.2.1 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1"	64
1.3.2.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2"	89
1.3.2.3 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3"	113
1.3.2.4 Subestación Envatios XXIV	135
1.3.2.5 Subestación Valdilecha	160
1.3.2.6 Subestación "Envatios XXIV Fase III”	178
1.3.2.7 Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXIV.....	196
1.3.2.8 Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV”	201
1.3.2.9 Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA MEJORADA DEL CAMPO – SET ENVATIOS XXIV”	206
1.3.2.10 Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA VALDILECHA – SET”	208
1.3.2.11 Línea de media tensión subterránea 30 kV	210
1.3.3 Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	215
1.3.3.1 Línea Aérea de Evacuación Promotores Fuencarral	217
1.3.3.2 Línea Subterránea de Evacuación Promotores Fuencarral	240
1.4 Zona de afección	245
1.4.1 Propiedades afectadas	245
1.4.2 Afecciones sectoriales	249
1.4.2.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”	249

1.4.2.2	Planta Solar Fotovoltaica “Envatios XXIV”	249
1.4.2.3	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	254
1.4.3	Organismos afectados	259
1.5	Reglamentos, normas y especificaciones del proyecto	260
1.5.1	Medidas previas a la ejecución de la obra	261
1.5.2	Seguridad en la ejecución	261
1.5.3	Normas y especificaciones del proyecto	261
1.6	Replanteo.....	268
1.6.1	Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”	268
1.6.1.1	Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”. Zona 4	268
1.6.1.2	Subestación “Los Pradillos”. Zona 4	269
1.6.1.3	Línea E/S SE Los Pradillos 400Kv.....	269
1.6.2	Planta Solar Fotovoltaica “Envatios XXIV”	270
1.6.2.1	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1". Término Municipal de Mejorada del Campo	270
1.6.2.2	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1". Término Municipal de Valdilecha	271
1.6.2.3	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2". Término Municipal de Mejorada del Campo	274
1.6.2.4	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2". Término Municipal de Valdilecha	274
1.6.2.5	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3".....	275
1.6.2.6	Subestación "Envatios XXIV"	276
1.6.2.7	Subestación Valdilecha	276
1.6.2.8	Subestación "Envatios XXIV-Fase 3"	277
1.6.2.9	Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI"	277
1.6.2.10	Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV”	277
1.6.2.11	Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA MEJORADA DEL CAMPO – SET ENVATIOS XXIV”	278
1.6.2.12	Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA VALDILECHA – SET”	278
1.6.2.13	Línea de media tensión subterránea 30 kV	279
1.6.3	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	279
1.7	Construcción y montaje.....	286
1.7.1	Planta fotovoltaica	286
1.7.2	Subestación eléctrica	286
1.7.3	Líneas Aéreas de Alta Tensión	287
1.7.4	Línea Subterránea de Alta Tensión	288
1.8	Régimen de explotación y prestación del servicio	288
2.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO	289

2.1	Plazos de ejecución	289
2.1.1	Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos" 289	
2.1.2	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1". 289	
2.1.3	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2". 290	
2.1.4	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3". 290	
2.1.5	Subestación "Envatios XXIV" 291	
2.1.6	Infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV". Fase II 291	
2.1.7	Infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV". Fase III 291	
2.1.8	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral 292	
2.2	Valoración de las obras	292
2.2.1	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral 292	
2.2.1.1	Presupuesto tramo aéreo..... 292	
2.2.1.2	Presupuesto tramo subterráneo 294	
2.2.1.3	Resumen general..... 295	
2.2.1.4	Presupuesto desglosado por TTMM..... 296	
2.3	Estimación de los gastos.....	296
2.4	Estimación total de costes del Plan Especial	296
2.5	Sistema de ejecución y financiación	297
3.	MEMORIA DE IMPACTO NORMATIVO	298
3.1	Impacto por razón de género, orientación sexual y en la infancia y la adolescencia298	
3.2	Justificación de cumplimiento sobre accesibilidad universal298	
4.	EQUIPO REDACTOR	299

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

1.1 Objetivos, justificación, conveniencia y oportunidad de la redacción del Plan Especial

Envatios Promoción XIX, S.L., Envatios Promoción XXII, S. L. y Envatios Promoción XXIV, S.L., entidades promotoras de las actuaciones contempladas en el presente Plan Especial de Infraestructuras, se creó con el objeto de realizar estudios, redacción, dirección y ejecución de proyectos de generación de energía solar fotovoltaica de origen renovable.

Actualmente, estas sociedades están promoviendo varios proyectos de instalaciones fotovoltaicas en ámbitos situados en las Comunidades Autónomas de Castilla-La Mancha y Comunidad de Madrid, como es el caso del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**. Dentro del alcance del Plan Especial de Infraestructuras se incluyen las instalaciones localizadas en la Comunidad Autónoma de Madrid.

1.1.1 Objetivos

Conforme a los artículos 122 y 123 del 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, se ha presentado ante la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, como órgano sustantivo que tiene las competencias exclusivas para la autorización del proyecto de producción/generación de energía fotovoltaica con sus instalaciones de conexión descrito en el apartado de antecedentes, la documentación legalmente exigida para la obtención de la correspondiente Autorización Administrativa Previa, en el que se ha incluido el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

Del mismo modo y a los efectos de la ocupación de los terrenos para la construcción de los elementos necesarios para la infraestructura eléctrica objeto del presente Plan, la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico permite solicitar ante el órgano sustantivo para la autorización del proyecto la declaración de utilidad pública a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso, todo ello conforme se establece en los artículos 54 a 60 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y 140 y siguientes del Real Decreto 1955/2000, por lo que no es objeto del presente Plan Especial de infraestructuras la solicitud y declaración de la utilidad pública del presente proyecto de producción/generación de energía fotovoltaica con sus instalaciones de conexión.

Por tanto, el presente Plan Especial de Infraestructuras tiene como objetivo principal y se redacta para compatibilizar soluciones entre la normativa urbanística vigente en el ámbito de la implantación del proyecto, en este caso, en los municipios de **Aranjuez, Colmenar de Oreja, Chinchón, Titulcia, Morata de Tajuña, Arganda del Rey, Campo Real, Valdilecha, Loeches, Mejorada del Campo, Torres de la Alameda, San Fernando de Henares, Paracuellos de Jarama, Ajalvir, Cobeña, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Madrid, en la Comunidad de Madrid**, a fin de legitimar la infraestructura proyectada sobre la clasificación y calificación actual de los suelos por donde discurre, adaptar el mismo, en su caso, a las determinaciones que impongan los organismos afectados, así como cumplir con la normativa de aplicación de estos proyectos conforme establece el artículo 50 y siguientes de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid.

1.1.2 Justificación, conveniencia y oportunidad

Dada la naturaleza del proyecto descrito en el presente Plan Especial, tanto por la potencia eléctrica instalada, como por el hecho de que el proyecto abarca los ámbitos territoriales de la Comunidad de Madrid y de la de Castilla La-Mancha, la competencia exclusiva para su tramitación de forma exclusiva y directa, como órgano sustantivo, es de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.

Así, la Constitución Española ampara la competencia exclusiva del Estado en esta materia no solo en el título competencial específico que reserva al Estado el establecimiento de las bases del régimen energético (art. 149.1.25 CE (EDL 1978/3879)), sino también en el título transversal relativo a las bases y coordinación de la planificación general de la actividad económica del art. 149.1.13 CE (EDL 1978/3879), así como también en la autorización de instalaciones eléctricas cuando su aprovechamiento afecte a más de una comunidad autónoma o el transporte de energía salga de su ámbito territorial, art. 149.1.22 CE, competencia exclusiva que se traduce en que bajo este tipo de proyectos subyace el interés general del Estado. Así se señala expresamente en la Sentencia del Tribunal Constitucional de fecha 20 de junio de 2.019. EDJ 2019/638552.

Por otra parte, el artículo 5 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, establece que, a todos los efectos, las infraestructuras propias de las actividades de suministro eléctrico, reconocidas de utilidad pública por la citada Ley, tendrán la condición de sistema general.

Dicha utilidad pública se otorga de manera explícita en el artículo 54 de la citada Ley del Sector eléctrico cuando establece que “se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso”, si bien y para su reconocimiento concreto es necesario la solicitud expresa por parte del interesado.

Teniendo en cuenta que el artículo 26 del Estatuto de Autonomía de la Comunidad de Madrid marca como competencia exclusiva en su ámbito geográfico, todo lo concerniente en materia de ordenación del territorio, urbanismo y vivienda y que el artículo 36 de la Ley 9/2001 del Suelo de la Comunidad de Madrid define como red pública el conjunto de los elementos de las redes de infraestructuras, equipamientos y servicios públicos que se relacionan entre sí con la finalidad de dar un servicio integral, la implantación material de los elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras en el territorio de la Comunidad de Madrid, como son los proyecto de infraestructuras eléctricas objeto del presente documento, han de establecerse a través de la tramitación de los Planes Especiales que se regula en los artículos 50 y siguientes de la citada Ley del Suelo. Así, el artículo 50 d la citada Ley establece lo siguiente:

Los Planes Especiales tienen cualquiera de las siguientes funciones:

a) La definición, ampliación o protección de cualesquiera elementos integrantes de las redes públicas de infraestructuras, equipamientos y servicios, así como su ejecución.

Del mismo modo, el artículo 76.3 del Reglamento de Planeamiento aprobado por Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, establece que, en ausencia del Plan Director de Coordinación Territorial o de Plan General y en las áreas que constituyan una unidad que así lo recomiende, podrán redactarse planes especiales que tengan por objeto el establecimiento y coordinación de las infraestructuras básicas, como las redes necesarias para el suministro de energía eléctrica, siempre que estas determinaciones no exijan la previa definición de un modelo territorial.

1.2 Marco normativo

1.2.1 Estatal

La **Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico**, en el apartado 13 del Artículo 3, relativo a las *Competencias de la Administración General del Estado* se indica que, corresponde a la Administración General del Estado, la autorización de las siguientes instalaciones eléctricas:

a) Instalaciones peninsulares de producción de energía eléctrica, incluyendo sus infraestructuras de evacuación, **de potencia eléctrica instalada superior a 50 MW eléctricos**,

instalaciones de transporte primario peninsular y acometidas de tensión igual o superior a 380 kV.

- b) Instalaciones de producción incluyendo sus **infraestructuras de evacuación**, transporte secundario, distribución, acometidas y líneas directas, que excedan del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma, así como las líneas directas conectadas a instalaciones de generación de competencia estatal.
- c) Instalaciones de producción ubicadas en el mar territorial.
- d) Instalaciones de producción de potencia eléctrica instalada superior a 50 MW eléctricos ubicadas en los territorios no peninsulares, cuando sus sistemas eléctricos estén efectivamente integrados con el sistema peninsular, de acuerdo con lo establecido en el artículo 25.2.
- e) Instalaciones de transporte primario y acometidas de tensión nominal igual o superior a 380 kV ubicadas en los territorios no peninsulares, cuando estos estén conectados eléctricamente con el sistema peninsular.

Considerando que las instalaciones del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral** exceden el ámbito de una Comunidad Autónoma, la competencia para su autorización corresponde a la Administración General del Estado (Dirección General de Política Energética y Minas).

1.2.2 Autonómico

La normativa urbanística de aplicación a este Plan Especial de infraestructuras está comprendida en los artículos 50, 51 y 52 de la **Ley 9/2001, de 17 de julio, del Suelo de la Comunidad de Madrid**, así como en lo establecido sobre estas figuras de planeamiento en el artículo 77 del Decreto Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.

1. Con respecto a su **función, según se establece en el Art. 50 de la LSCM:**

El presente Plan Especial de Infraestructuras tiene la función de definir los elementos integrantes de la Red de Infraestructuras del Proyecto Fotovoltaico en el ámbito de los municipios afectados, así como la complementación de sus condiciones de ordenación con carácter previo para legitimar su ejecución.

2. Con respecto a su **contenido sustantivo, conforme al Art. 51 de la LSCM:**

El Plan Especial de Infraestructuras del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral** contiene las determinaciones propias que corresponden a su objetivo específico, incluyendo la justificación de su conveniencia para la instalación definida, en conformidad al planeamiento vigente en los municipios afectados.

3. Con respecto a la **documentación necesaria según el Art. 52 de la LSCM:**

El Plan Especial se formalizará en los documentos adecuados a sus fines concretos de ejecución del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**, conteniendo las determinaciones propias de su naturaleza y finalidad, conforme a la normativa sectorial de infraestructuras eléctricas y al contenido que se establece en el **Artículo 77 del Real Decreto 2159/1978**, de 23 de junio, por el que se aprueba el **Reglamento de Planeamiento** para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, (Reglamento de Planeamiento).

1.2.3 Municipal

El planeamiento municipal de aplicación en los municipios afectados por las infraestructuras del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**, es el siguiente:

- **Aranjuez.** Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 5 de septiembre de 1996.

En el artículo 4.6.1. de las normas urbanísticas, se recoge que se redactarán Planes Especiales cuando se trate de la implantación de instalaciones de interés social, cuando sea necesario por su dimensión, servicios o complejidad.

- **Colmenar de Oreja.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 31 de enero de 1985.

En el artículo 9.2. de las Normas Urbanísticas se recogen las condiciones para las instalaciones o servicios de propiedad e interés público.

- **Chinchón.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 23 de mayo de 1985.

En el artículo 5.1.10. de las Normas Urbanísticas se recoge la red de energía eléctrica como uso de infraestructuras de servicios.

- **Titulcia.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 2 de marzo de 2000.

En el artículo VIII.6. de las Normas Urbanísticas se recogen las condiciones para las redes de energía eléctrica.

- **Morata de Tajuña.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 4 de noviembre de 1992.

En el artículo 3.1.3. de las normas urbanísticas, se recoge que se redactarán Planes Especiales cuando se trate de la implantación de instalaciones de interés social, cuando sea necesario por su dimensión, servicios o complejidad. En el artículo 9.7. se recogen las condiciones de las Infraestructuras Eléctricas.

- **Arganda del Rey.** Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 14 de enero de 1999.

En el artículo 5.02.25 de las NNUU queda recogido el **uso de infraestructuras básicas**, en el que se incluyen las redes de alta tensión

- **Campo Real.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 18 de marzo de 1999.

En el artículo 8.11. de las Normas Urbanísticas se recoge la red de energía eléctrica que comprende tanto las líneas de alta tensión aéreas y subterráneas como Sistema de Infraestructuras.

- **Valdilecha.** Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 17 de enero de 2013.

En el artículo 8.7 de las Normas Urbanísticas se recogen las infraestructuras energéticas eléctricas como red de infraestructuras.

- **Loeches.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 12 de agosto de 1997.

En el artículo 4.10. de las Normas Urbanísticas se recogen las instalaciones, mecanismos y edificaciones que soportan el servicio e infraestructura del núcleo urbano como uso de infraestructuras básicas.

- **Mejorada del Campo.** Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 26 de junio de 1997.

El artículo 4.203 de las Normas Urbanísticas recoge el uso de servicios e infraestructuras, integrado por construcciones e instalaciones al servicio fundamentalmente exterior al municipio, de rango metropolitano.

▪ **Torres de la Alameda.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 17 de marzo de 1993.

En el artículo 4.10. de las Normas Urbanísticas se recogen las instalaciones, mecanismos y edificaciones que soportan el servicio e infraestructura del núcleo urbano como uso de infraestructuras básicas.

▪ **San Fernando de Henares.** Revisión del Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 6 de junio de 2002.

En el artículo X.6.1. se recoge el uso infraestructuras, en el que se incluyen las redes de electricidad.

▪ **Paracuellos de Jarama.** Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 2 de agosto de 2001.

En su artículo 5.3.8. define los **usos infraestructurales**, entre los que engloba el suministro de energía eléctrica.

▪ **Ajalvir.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 21 de febrero de 1991.

En el artículo 8.1.3. de las NNUU se recoge que para la ejecución de una infraestructura no prevista en las NNSS será necesaria la tramitación de un Plan Especial.

▪ **Cobeña.** Normas Subsidiarias aprobadas definitivamente el 19 de octubre de 1995.

Según el artículo 4.3. de las NNUU, para ejecutar una infraestructura no prevista en las NNSS será necesaria la previa redacción, tramitación y aprobación de un plan especial. En el artículo 4.28 de las NNUU se recogen como **instalaciones de utilidad pública o interés social las infraestructuras y sistemas generales**, entre las que se encuentran las líneas de alta tensión.

▪ **San Sebastián de los Reyes.** Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 27 de diciembre de 2001.

El **uso infraestructuras** queda recogido en el artículo 7.9.2.3. de las NNUU como **uso global dotacional**. Incluye a las redes de servicios precisas para proporcionar el abastecimiento de energía.

En el artículo 4.5. se señala que para la ejecución directa de las infraestructuras básicas del territorio se redactarán **Planes Especiales**.

▪ **Alcobendas.** Revisión del Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 9 de julio de 2009.

El PGOU de Alcobendas define en su artículo 4.2.4. los grupos de usos. Incluye dentro del **grupo 4. Dotacional la clase D**, Red de Servicios Urbanos e Infraestructurales, incluyendo el suministro de energía eléctrica.

▪ **Madrid.** Revisión del Plan General de Ordenación Urbana aprobado definitivamente el 17 de abril de 1997.

Las NNUU recogen en el capítulo 7.13 el **Uso Dotacional de Servicios Infraestructurales**, que incluye los espacios sobre los que se desarrollan las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica.

El **Plan General de Ordenación Urbana de Madrid** regula en el **artículo 7.13.8** de las Normas Urbanísticas las condiciones de la red de la energía eléctrica.

Estas nuevas instalaciones eléctricas serán **declaradas de utilidad pública** por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y no están previstas en el planeamiento.

1.3 Descripción y características de las infraestructuras

La infraestructura objeto del presente Plan Especial son las instalaciones del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral** ubicadas en la Comunidad de Madrid, formada por **las siguientes instalaciones:**

CÓD	PROYECTO	INSTALACIÓN
1	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "LOS PRADILLOS"	
1.1	Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos"	Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos". Zona 4
1.2		Subestación Elevadora "SE Los Pradillos 400 kV"
1.3		Línea E/S SE Los Pradillos 400kV
2	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "ENVATIOS XXIV"	
2.1	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1"	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1"
2.2		Línea de media tensión subterránea 30 kV "ENVATIOS XXIV FASE I ZONA MEJORADA DEL
2.3		Línea de media tensión subterránea 30 kV "ENVATIOS XXIV FASE I ZONA VALDILECHA – SET" VALDILECHA"
2.4	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2"	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2"
2.5		Línea de media tensión subterránea 30 Kv
2.6	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3"	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3"
2.7	infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV-Fase 2"	Subestación Valdilecha
2.8		Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI
2.9	infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV-Fase 3"	Subestación "Envatios XXIV Fase III"
2.10		Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV"
2.11	Subestación Envatios XXIV	Subestación Envatios XXIV
3	LÍNEA DE EVACUACIÓN PROMOTORES FUENCARRAL	
3.1	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Evacuación Promotores Fuencarral
3.2		Línea Subterránea de Evacuación Promotores Fuencarral

Para determinar la implantación de las plantas solares fotovoltaicas, las subestaciones y el trazado de la línea, se han realizado estudios pormenorizados del territorio, contemplando todos los condicionantes ambientales, sectoriales, económicos y urbanísticos que pudiesen producir las instalaciones. Así mismo, se ha tratado de ubicar los apoyos de la línea cercanos a linderos, viales o caminos de acceso a fincas, respetando los retranqueos establecidos por la normativa urbanística vigente.

Cabe señalar que las descripciones de las instalaciones incluidas en los próximos capítulos, son las recogidas en los anteproyectos en tramitación que conforman el expediente **PFot 549-AC**, pudiendo observarse que se producen reiteraciones en las descripciones de cada grupo de instalaciones (Planta Solar Fotovoltaica, Subestaciones, Líneas Aéreas, Líneas Subterráneas,...). Se ha optado por mantener al completo la información descriptiva de cada instalación con el objeto de facilitar la comprensión de cada una de ellas.

1.3.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”

1.3.1.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”. Zona 4

La Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”, está formada por cuatro zonas, tres ubicadas en la Comunidad de Castilla-La Mancha (Carranque, Cobeja y Borox), y otra ubicada en Colmenar de Oreja en la Comunidad de Madrid, con una superficie de 467,29 ha. Esta instalación es la que se encuentra incluida en el alcance del presente Plan Especial. La planta solar fotovoltaica (4 zonas) tiene las siguientes características:

PSFV “LOS PRADILLOS”. CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Potencia nominal en el Punto de Interconexión	300 MWn
Potencia instalada	366,45 MWp
Superficie total de la planta	1.631 ha
Superficie total ocupada por los módulos	188 ha
Longitud de viales interiores	38.623 m
Longitud de vallado perimetral	146.236 m
Accesos a la planta	62

El sistema solar fotovoltaico se divide en los siguientes subsistemas:

- Generador fotovoltaico.
- Estructura soporte.
- Instalación eléctrica CC
- Inversor solar
- Cabina de transformación
- Instalación eléctrica CA. Red MT
- Puesta a tierra
- Obra Civil
- Vallado y sistema de seguridad
- Monitorización y control
- Edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). Almacén
- Instalación de trabajo temporal

Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico estará formado por 779.968 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino capaces de entregar una potencia de 500 Wp en condiciones estándar y con una eficiencia de alrededor del 20,7 %, fijados a una estructura móvil con una inclinación variable de los módulos. El módulo fotovoltaico cuenta con las siguientes características:

- 150 células.

- Bifacial.
- Última generación.
- Degradación lineal.
- Resistente al PID.
- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EM-61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por un laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, cumpliendo con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como con las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).
- Certificados según las normas: IEC 61.215 (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación) y IEC 61.730 (Cualificación de la seguridad eléctrica de los módulos).
- Tolerancia positiva.
- Fabricante primer nivel. Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 y ISO 14001.

En la siguiente tabla se resumen las características generales tipo para un módulo de referencia:

Módulo fotovoltaico. Condiciones STC (*)	
Fabricante	Trina o similar
Modelo	TSM-DE18M(II)
Tecnología	Bifacial
Nº Células	150
Potencia Módulo	500 Wp
Vmp Módulo	43,4 V
Imp Módulo	11,53 A
Voc Módulo	51,5 V
Isc Módulo	12,13 A
Vmax sistema	1.500 V
dPmax/dT	-0,350 %/°C
dVoc/dT	-0,250 %/°C
dIsc/dT	0,040 %/°C
TONC	41,0°C

(*) Condiciones Estándar de Medida (STC) son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar: 1000 W/m², Distribución espectral: AM 1,5G y Temperatura de célula: 25 °C

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia. Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo. El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Estructura de soporte

Se plantea el montaje de una estructura con seguimiento solar. Un tracker de eje horizontal que proporcionan un rango de seguimiento de $\pm 55^\circ$. La estructura metálica cuenta con las siguientes características:

- Estructura de acero conformado en frío calidad S-275 o S355.
- Tratamiento superficial de la superficie de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión de acuerdo a la Norma EN ISO 1.461:2009 o ASTM A123/A123M-15.
- Sin soldaduras o cortes a realizar en destino. 100% de las uniones son con tornillería galvanizada acorde a la Norma UNE-EN-ISO 1461.
- Tornillería del módulo: acero inoxidable.
- Elemento aislante se puede incluir entre el marco de aluminio del panel y la estructura galvanizada con el fin de asegurar que no se produzca la corrosión galvánica.
- Se deben realizar Pull-Out Test para definir la profundidad de hincado.
- La estructura metálica se establece con la siguiente configuración de 1 módulo en vertical en una fila de 56, eléctricamente en series de 28.

Las características técnicas generales del seguidor:

Estructura de soporte. Características de la estructura	
Fabricante	PVHardware o similar
Modelo	AXONEDUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Dirección del módulo	Vertical
Nº de módulos transversales	1
Nº de módulos longitudinales	56
Nº mesas / motor	2
Configuración de la mesa	2x[1x56] Vertical
Módulos / mesa	56
Inclinación	$\pm 55^\circ$
Azimuth	0º
Nº strings / mesa	2

Estructura de soporte. Características de la estructura	
Pitch [m]	6,22
Distancia libre entre módulos [m]	4,04
Características del controlador	
Algoritmo del seguidor	Astronómico con Backtracking
Margen de error del seguidor	$\pm 1^\circ$
Configuración de red	Maestro - esclavo
Configuración de Software	Configuración paramétrica
Fuente de Alimentación y base de datos	Cableada o inalámbrica
SCADA	Sí
Sistema de protección frente al viento	Sí, configurable
Tiempo a posición de bandera	3 minutos aproximadamente



Figura 1: Esquema de mesas 2x[1x56] Vertical

Fijación al terreno

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Las estructuras hincadas, permiten el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón. Se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo obra civil (excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.). Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno.

Para la ejecución de los trabajos de hincado se utilizará maquinaria especializada, máquina hincaposte, que satisface las exigencias del hincado de postes en condiciones difíciles, en campo abierto y con pendientes importantes.



Figura 2: Máquina Hincaposte

La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.

En caso de no poder hincar directamente, se realizará un pre-taladro previo, recurriéndose a relleno de hormigón e inserción del poste únicamente en aquellos casos donde las características geotécnicas del terreno no permitan la cimentación por hinca directa.



Figura 3: Máquina Pre-taladro

Separación entre filas

La separación entre filas será de 6,22 m entre puntos homólogos equivalentes de seguidores contiguos (pitch).

El control del seguidor hará un movimiento de back-tracking que evita el sombreado entre filas consecutivas, disminuyendo la inclinación de los módulos a primeras horas del día y a últimas horas de la tarde.

La parte inferior del marco de los módulos de la fila inferior deberá tener una distancia mínima de 0,5 m con respecto al punto más próximo donde pueda crecer vegetación, para evitar sombras y salpicaduras.

Instalación eléctrica de Baja Tensión

La infraestructura eléctrica de CC de la Instalación fotovoltaica abarcará desde los módulos al inversor:

- Campo Solar, conexión de strings.
- Cajas de conexión string-inverter.

En este caso, se ha considerado una solución basada en inversores tipo string. En la siguiente tabla se recogen las características generales de la instalación eléctrica de Baja Tensión de la planta fotovoltaica:

Instalación eléctrica de baja tensión. Potencias resumen	
Potencia Pico de Planta	389,984 MWp
Potencia Nominal en Punto Interconexión	300,00 MW
Ratio DC / AC	1,3
Potencia Instalada módulos (cara delantera)	389,98 MWp
Potencia Instalada módulos (cara trasera)	272,99 MWp

Instalación eléctrica de baja tensión. Potencias resumen	
Potencia Instalada módulos (total)	662,97 MWp
Potencia Instalada Inversores	366,45 MW
Potencia Instalada Proyecto	366,45 MW
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Trina
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Tecnología	Bifacial
Potencia Pico Módulos (cara delantera)	500 Wp
Módulos / String	28
Nº de Strings	27856
Nº de Módulos	779968
INVERSORES FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-185KTL-H1
Potencia de inversor (nominal)	175 kW
Potencia de inversor (máxima aparente)	185 kVA
Nº de Inversores	2094
Nº total de Centros de Transformación	70 CT (max 36 inversores)
Centros de Transformación Zona 1	8 CT
Centros de Transformación Zona 2	24 CT
Centros de Transformación Zona 3	14 CT
Centros de Transformación Zona 4	24 CT
Total Potencia de Inversores (nominal)	366,45 MW
ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA	
Fabricante	PVHardware
Modelo	AXONE DUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Configuración mesa	2x[1x56] Portrait
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Pitch [m]	6,22
Módulos / mesa	56
Nº de mesas	13928

El conexionado en serie de los módulos se realiza conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente en serie. El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo de

la serie y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo de la serie, de tal forma que ambos terminales corresponderán a dos de los módulos adyacentes al motor del seguidor, facilitando el cableado y acortando las longitudes de cables necesarias, y por tanto las pérdidas.

Cada serie dará una corriente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas y estarán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia. El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizará con terminales tipo MultiContact o similar, que incorporan los propios módulos fotovoltaicos en sus cajas de conexiones, de manera que se facilita la instalación y se aseguran la durabilidad y seguridad de las conexiones.

El conductor de baja tensión CC que se utilizará para la conexión de los módulos fotovoltaicos en la formación de strings y conectar éstos al inversor es de cobre del tipo RV-K 0,6/1 kV de sección variable entre 4 mm² y 10 mm² según cálculo en instalación al aire y enterrado en tubos. Los cables solares estarán certificados de acuerdo con TÜV 2Pfg 1169 / 08.2007 y / o EN 50618: 2014.

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto a los perfiles que constituyen la estructura del seguidor, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta la caja concentradora.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los propios módulos, donde la temperatura puede alcanzar de 70 a 80 °C. Por esta razón estos cables deben de ser capaces de soportar temperaturas elevadas y rayos ultravioletas cuando se instalan a la vista. Por lo tanto, se utilizan cables especiales, por lo general cables unipolares con envoltura de goma y aislamiento, tensión nominal de 0,6 /1 kV, una temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 120 °C y alta resistencia a la radiación UV.

El cableado CA que une los inversores string con los CT será de aluminio en instalación directamente enterrado en zanja, con secciones que varían en función a su longitud entre 95 y 400 mm² acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia dependiendo del número de String por cada inversor.

Las protecciones en los conductores se realizarán mediante fusibles, seccionadores y protecciones contra sobretensión en los inversores de string y a la entrada de los CT.



Figura 4: Tendido de cables eléctricos

Inversor fotovoltaico

El inversor es otro de los componentes de la instalación fotovoltaica y será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red. Desde la salida del inversor se evacuará la energía al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida para la red de Media Tensión de la central.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el inversor comienza a inyectar a la red.

El inversor trabaja de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede del generador fotovoltaico, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de suministro. Se instalarán 2.094 inversores, que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos.



Figura 5: Inversor propuesto

Se presenta a modo orientativo las características de un inversor string tipo:

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-185KTL-H1)	
EFICIENCIA	
Eficiencia máxima	99,03%
Eficiencia Europea	98,69%
ENTRADA	
Máxima tensión	1500 V
Máxima corriente por MPPT	26 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de arranque	550 V
Rango de tensión de operación de MPPT	500 V - 1500 V
Tensión nominal	1080 V
Nº de entradas	18

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-185KTL-H1)	
Nº de MPPT	9
SALIDA	
Potencia activa nominal	175000 W @40°C, 168000 W @45°C, 150000 W @50°C
Potencia aparente máxima	185000 VA
Potencia activa máxima (cosΦ=1)	185000 W
Tensión nominal	800 V, 3W + PE
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente nominal	126,3 A @40°C, 121,3 A @45°C, 108,3 A @50°C
Corriente máxima	134,9 A
Factor de potencia ajustable	0,8 LG ... 0,8 LD
Distorsión armónica máxima	< 3 %
PROTECCIÓN	
Dispositivo de desconexión interno	Sí
Sistema anti isla	Sí
Sobreintensidad en AC	Sí
Polaridad inversa en DC	Sí
Monitorización de fallo de String	Sí
Descargador sobretensión AC	Tipo II
Descargador sobretensión DC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
COMUNICACIÓN	
Display	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
MBUS	Sí
RS485	Sí
GENERAL	
Dimensiones	1,035 x 700 x 365 mm
Peso	84 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C - 60°C
Refrigeración	Smart Air Cooling
Altitud máxima de operación sin Derating	4000 m
Humedad relativa	0-100 %
Conexión DC	Staubli MC4 EVO2
Conexión AC	Waterproof conector OT/DT Terminal
Grado de protección	IP66
Topología	Transformerless
NORMATIVA APLICABLES	

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-185KTL-H1)	
Certificada	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC
Código de Red	IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565,
	UNE 206007-1, UNE 206006

Se tendrá en cuenta para seleccionar los inversores la tensión de funcionamiento, se elegirá un inversor que trabaje a tensiones elevadas con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc). Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de la red.

Dispondrán además de:

- Protecciones fusibles en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.
- Vigilante de aislamiento AC.
- Kit para soportar huecos de tensión.
- Kit de motorización del seccionador magnetotérmico AC.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra tensión de red fuera de rango.
- Protección contra frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobretensión.
- Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos en la salida.
- Seta de parada de emergencia.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conecta a la red de tierra. Las condiciones ambientales del emplazamiento de la instalación fotovoltaica juegan un papel fundamental. Los entornos de altas temperaturas con altos valores de humedad pueden ser más propensos a la aparición del fenómeno PID.

Cabinas de transformación

Se prevén 2.094 inversores distribuidos en 71 Cabinas de Transformación. El transformador es de 6600 kVA (25°C), así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. Cada Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitado por vehículos de carga. Estos centros de transformación podrán ser tanto en solución interior (contenedor marítimo o edificio) como solución exterior.



Figura 6: Centro de Transformación tipo

Cada uno de los centros de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores

- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

El transformador elegido deberá ser similar al indicado en la siguiente tabla:

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR	
ENTRADA	
Inversores aplicables	SUN2000-185KTL-H1
Potencia AC	6,600 kVA @25°C / 6,300 kVA @40°C / 5,760 kVA @50°C
Max. Cantidad de Inversores	36
Voltaje de Entrada Nominal	800 V
Corriente Máx de entrada a voltaje nominal	2,428 A x 2
Interruptores principales de BT	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 2*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2*18 pcs)
SALIDA	
Tensión nominal de salida	¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.
Frecuencia	50 Hz
Tipo de transformador	Inmerso en aceite, tipo conservador
Posiciones de transformador	± 2 x 2.5%
Tipo de aceite de transformador	Aceite mineral
Grupo de conexión del transformador	Dy11-y11
Índice de eficiencia máxima-mínima	De acuerdo con EN 50588-1
Pérdidas de vacío del transformador	49,7 kW
Pérdidas de cortocircuito del transformador	4,8 kW
Impedancia (MT-BT1, BT2)	7.5% (0 ~ +10%) @6,300 kVA

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR	
Tipo de celda MT	SF6 aislado con gas, entrada (C o D) -salida (C) - automático (V)
Configuración de celdas MT	CVC o CCV
Transformador auxiliar	Transformador de tipo seco, 5 kVA, Dyn11
Voltaje de salida del transformador BT/BT	400 / 230 v
PROTECCIÓN	
Monitoreo y protección de transformadores	Nivel de aceite, temperatura del aceite, presión y buchholz
Grado de protección de la sala de MT y BT	IP 54
resistencia a arcos internos, celdas MT	IAC A 20 kA 1s
Protección de relé MT	50/51, 50N/51N
Descargador de sobretensión MT	Equipado
Protección contra sobretensiones BT	Tipo I+II
GENERAL	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (contenedor de 20 'HC)
Peso	< 22 t
Rango de temperatura de funcionamiento	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Humedad relativa	0% ~ 95%
Altitud máxima	2000 m
Color del contenedor	RAL 9003
Estándares aplicables	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar. Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

En la presente solución los inversores utilizados serán tipo string. Esto implica que sea necesario realizar un cuadro de conexiones AC para abarcar todas las acometidas de los inversores.

Instalación C.A. Red MT

La red de media tensión interna (localizada dentro de los vallados de la PSFV) canalizada subterráneamente interconecta las Cabinas de Transformación entre ellas, permitiendo evacuar la energía total generada por la planta a través de varias líneas, tras su elevación a 30kV los Transformadores de las Cabinas de Transformación. La red se diseña en estrella, por la configuración irregular de la planta, uniendo la línea de salida del primer CT con la entrada del siguiente.

El cableado de media tensión será de aluminio de secciones variables a medida que las distancias e intensidades pasen a través de la línea. El cableado será directamente enterrado, depositado en el

fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media 1 m. Las zanjas se ejecutarán compactando el terreno de manera apropiada.

Cable

El cableado de media tensión será de Aluminio del tipo RHZ1 18/30 kV, de acuerdo con la Norma UNE HD 620-10E, de secciones variables a medida que las distancias e intensidades pasen a través de la línea.

Descripción y características de la obra civil

Se distinguen dos tipos de canalización: directamente enterrada (en tierra) y tubular hormigonada (de cruce).

Características de la Zanja

El tendido de los cables subterráneos se realizará en el interior de zanjas con las características y dimensiones especificadas en planos y que se muestran a continuación:

ZANJA EN TIERRA		ZANJA EN CRUCE CAMINOS	
Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
0,8	0,96	1,05	1,11

Estas dimensiones permiten el alojamiento de los cables de energía y comunicaciones necesarios. Adicionalmente estas dimensiones podrían variar a futuro y según el número de circuitos alojados en la zanja.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena, sobre la que se tenderán los cables para ser recubiertos posteriormente con una capa de arena tamizada. Una vez recubiertos los cables, se colocarán placas de PPC de protección de éstos. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación, debidamente compactados. A 30 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación “Canalización Eléctrica de Alta Tensión”.

En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, se tenderán los cables en el interior de tubos de HDPE de diámetro variable (según sección de cable). Estos tubos estarán recubiertos por arena seleccionada y en la parte superior se colocará una capa de hormigón con espesor mínimo de 10 cm.

En todo momento, tanto en el plano vertical como en el horizontal, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a soterrar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

Características de las arquetas de ayuda al tendido

En los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas de ayuda para facilitar el tendido del cable. Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable.

Hitos de señalización de la zanja

Los hitos de señalización serán de preferiblemente de hormigón prefabricado u otro material similar e irán situados en los cruces, cada 50 metros y en los cambios de dirección de las zanjas.

ACCESORIOS

Los terminales y empalmes serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los conductores, no debiendo aumentar la resistencia eléctrica de éstos.

Asimismo, los terminales deberán ser adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes propuestos son del tipo termo-retráctil. En estos empalmes termo-retráctiles, la unión de la parte conductora se hace mediante un conector a presión con pernos que tienen una cabeza que se autocizalla al alcanzar el par de apriete requerido para garantizar la conexión eléctrica prefijada.

Sobre el conector y los extremos del semiconductor exterior del cable se aplica un tubo termo-retráctil de un material que uniformiza el campo eléctrico.

Se aplican a continuación otros dos tubos termo-retráctiles, el primero de material de aislamiento y el segundo que incorpora aislamiento en el interior y la capa semiconductor externa en el exterior.

Se recubre todo el empalme con una malla de cobre estañado y se da continuidad a la pantalla mediante casquillo de compresión. Finalmente se reconstituye la cubierta exterior mediante la aplicación de un último tubo termorretráctil con adhesivo en su cara interna para garantizar una estanqueidad perfecta.

Los niveles de aislamiento exigidos son los mismos que para los terminales.

CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

Según la ITC-LAT-06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, se deben respetar una serie de condiciones para realizar los cruzamientos con las distintas infraestructuras enterradas existentes.

Calles y carreteras

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 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

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 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de A.T. y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. 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 soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 del RLAT. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. 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.

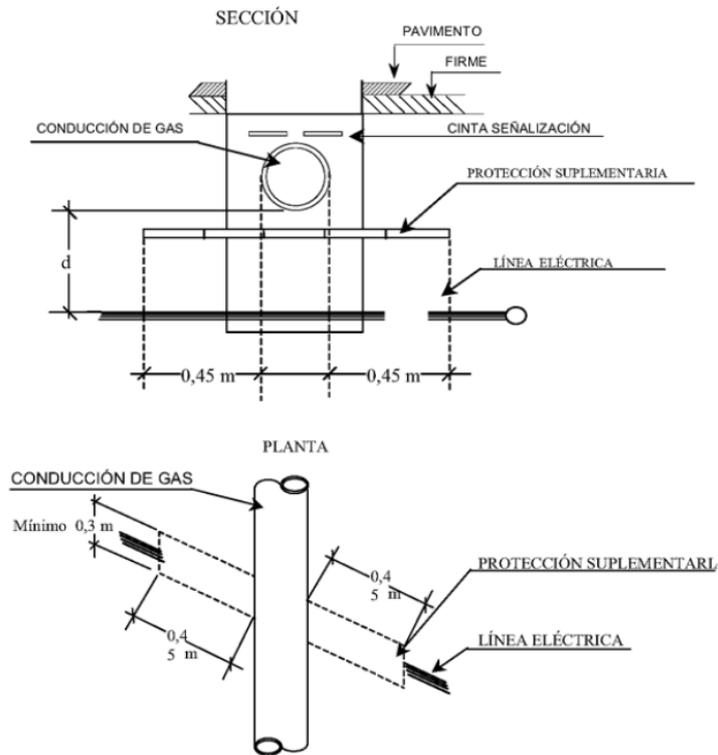


Figura 7: Detalle cruzamiento subterráneo de canalizaciones de gas con línea de alta tensión. (Fuente: RLAT)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá 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, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. Los tubos distarán, como mínimo, 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

Red de puesta a tierra

Las puestas a tierra (p.a.t.) se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

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

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

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencias del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo XXIII "Puesta a Tierra". Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de 35 mm² directamente enterrado. Con este cable se realizará una red mallada que garantice unos valores de tierra adecuados, según el artículo 9 "Resistencia de Tierra", el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Estos valores para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos. Hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación que son accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como: módulos fotovoltaicos, estructura soporte del generador fotovoltaico, envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección. En resumen, se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT y MT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura soporte a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura soporte mediante la conexión del pilar extremo de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm².

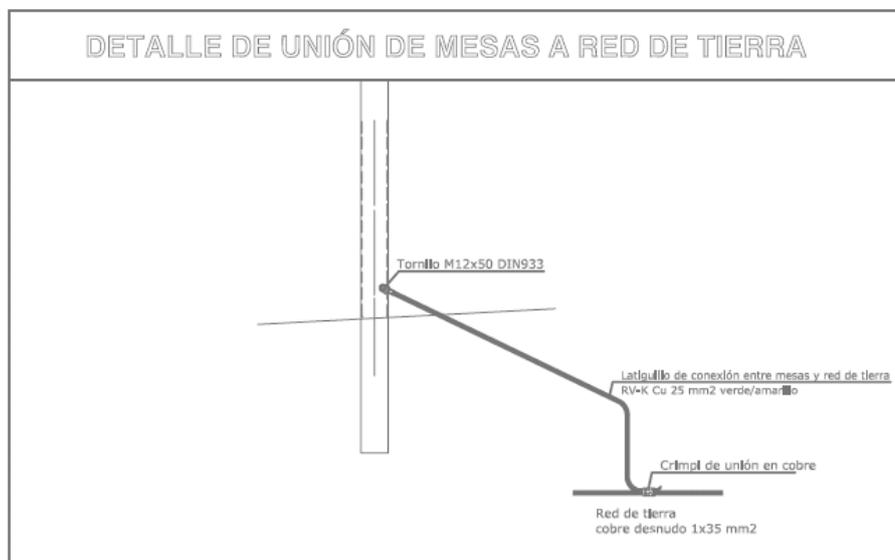


Figura 8: Detalle de unión de mesas a la red de tierras general.

- Conexión a tierra de los cuadros de conexión, mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada una de las Cabinas de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de las cabinas de transformación.

Puesta a Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Vigilantes permanentes de aislamiento AC en inversor.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada por la central fotovoltaica sea equipotencial.

Obra civil.

A continuación, se describen las obras auxiliares de infraestructura viaria, urbanización y obra civil de la Planta Solar Fotovoltaica.

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las conducciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores, transformadores y seccionamiento de la central fotovoltaica.

Movimiento de tierras

Los terrenos sobre los que se proyecta la instalación se han escogido de forma que tengan una orografía con pendientes lo suficientemente suavizadas para adaptarse a la implantación de los seguidores solares.

En el caso de que puntualmente se necesite actuar sobre una zona concreta, dicha actuación consistirá en la retirada de capa vegetal y en la homogenización de la pendiente que compense el desmonte y terraplén, consiguiendo un volumen neto que minimice el impacto de tierras excedentarias.

A continuación, se describen las obras auxiliares de infraestructura viaria, urbanización y obra civil de la Planta Solar Fotovoltaica.

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las conducciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores, transformadores y seccionamiento de la central fotovoltaica.

Red de viales interiores

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Estos viales de 4 m de ancho estarán formados por una sub-rasante de suelo seleccionado debidamente compactada para llegar a un módulo de deformación $M_d=300 \text{ kg/cm}^2$, una base de zahorra de 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $M_d=800 \text{ kg/cm}^2$

y una capa superficial de espesor mínimo 10 cm de un material de diámetro máximo 30 mm compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$.

Se realizará un cajeadado previo de los caminos, de forma que se desbroce y regularice el terreno previamente a la ejecución de la sub-base. Se sanearán todos aquellos puntos donde aparezca terreno blando.

El tráfico que debe soportar este viario durante la fase de explotación de la instalación es muy ligero, reduciéndose al tráfico de vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación de los paneles solares. No obstante, y de forma puntual, podrá ser necesario el acceso de vehículos pesados articulados para el transporte de equipos de gran volumen (componentes de las Cabinas de Transformación).

Drenajes

El ámbito de proyecto se enmarca en la Demarcación Hidrográfica del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

El clima es suave y templado con lluvias cortas y de gran intensidad, que originan cursos irregulares e inestables, característicos de una escorrentía torrencial, con aparición de crecidas y riesgos de inundación.

Se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacue todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno.

El cálculo del sistema de drenaje interno de la planta se realizará según las especificaciones del cliente.

En función del Análisis de Inundación de la Planta fotovoltaica, que depende de topografía y estudio hidrogeológico, con periodo de retorno de 200 años, las áreas de restricciones deben ser definidas de esta manera:

- No se pueden instalar Cabinas en zona de inundación.
- No se pueden instalar estructuras de soportes de Módulos fotovoltaicos en áreas con niveles de inundación superiores a 50 cm.

El tamaño de las zanjas para el sistema de drenaje se definirá teniendo en cuenta el caudal máximo, que se define en el estudio hidrológico e hidráulico para un período de retorno de 10 años, en cualquier caso, el área de la zanja no deberá ser inferior a $0,3 \text{ m}^2$.

El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela.

Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Cimentación de cabinas de transformación

En el parque se llevarán a cabo distintas instalaciones: entre ellas estarán las cabinas de transformación y una zona de edificios prefabricados para el Control y Almacenamiento.

Se instalarán **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** CT, así como las celdas de protección a sociadas, y la interconexión entre todos los elementos.

Estas cabinas de transformación constan de una plataforma sobre la que van montados el conjunto transformador/celdas de MT, cuadros de B.T., dispositivos de control, y las interconexiones entre los diversos elementos.

Las cimentaciones de las cabinas serán ejecutadas considerando las especificidades del Terreno, las características de las Cabinas de transformación y los aspectos estándar siguientes:

- Preparación de las Plataforma: eliminación de la capa superficial del terreno y excavación necesaria en función de las cargas de la cabina y de las propiedades del suelo y posterior compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$.
- Base: se debe diseñar y construir la base de la cabina de acuerdo con los detalles proporcionados por el fabricante y teniendo en cuenta las propiedades del suelo y las normas locales.
- En general el requisito mínimo para el terraplén de la cimentación debe ser el siguiente: se establecerá una base de zahorra de al menos 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$.
- Losa de hormigón: Se dispondrá una losa de hormigón armado calculada según con los estándares y códigos locales.
- Capa Superficial: capa de 10 cm de material de diámetro máximo 30 mm, compactada para llegar a un nivel de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$ que será aplicada alrededor de la Cabina.

Por tema de instalación, alrededor de la cimentación de la Cabina, se deberá tener en cuenta una plataforma de mínimo 1,5 m alrededor de la misma para acceder a sus puertas. El material de la plataforma será terreno natural debidamente compactado.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Se instalará un cerramiento de malla anudada cinégetica. Este cerramiento de 2 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

Se realizará una señalización de vallado con dispositivos anticolidión de aves.

Se dejará una distancia mínima de cerramiento a suelo de unos 15cm de manera que se permita la circulación de fauna silvestre. También se podrá instalar gateras o pasos de fauna si así se requiere.

La cimentación será aislada por cada poste y se ejecutará mediante dados de hormigón de 300x300x400 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 5 x 2 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

La mínima distancia horizontal a los cauces desde el vallado que delimita el perímetro de la planta, en las condiciones de máxima crecida ordinaria, cumplirá las distancias fijadas por la reglamentación vigente.

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema propuesto está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado.

Sistema de monitorización y control

El sistema de monitorización y control estará compuesto por una aplicación SCADA (Supervisory control and Data Acquisition) y un sistema de control de planta PPC (Power Plant Controller) alojados en un servidor local instalado en la Sala de Control del Edificio O&M de la planta. Además de los componentes principales, el sistema estará constituido por varias unidades remotas instaladas en cada bloque del inversor, que adquieren datos generados por inversores y dispositivos de medición y protección de campo.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la

detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

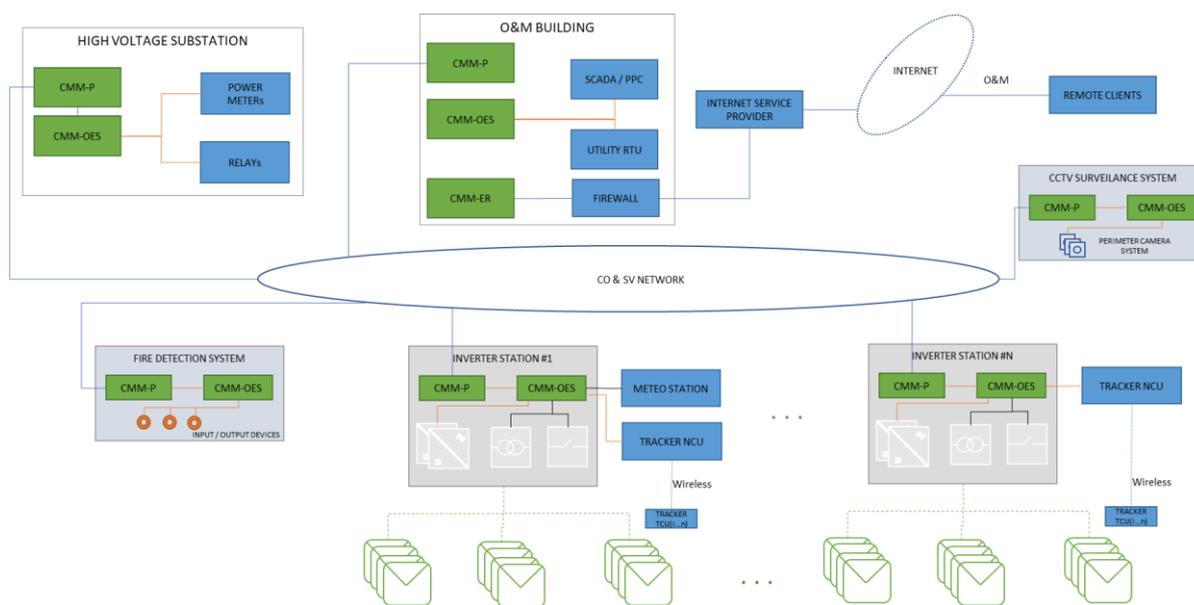


Figura 9: Detalle de Arquitectura de comunicaciones

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores
- Voltaje de entrada y salida de los inversores
- Estado de los inversores
- Contadores de medición de datos
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas

Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con 4 estaciones meteorológicas. La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir T^a de dos módulos fotovoltaicos (PT100)
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año. La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos. La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del edificio de la subestación. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 (>10 MW) la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.

- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción. Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

Sistema de control de planta

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora de todos los inversores de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización. El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será la posición de la Subestación de Interconexión. En ningún caso se sobrepasarán los 300 MW en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema. El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

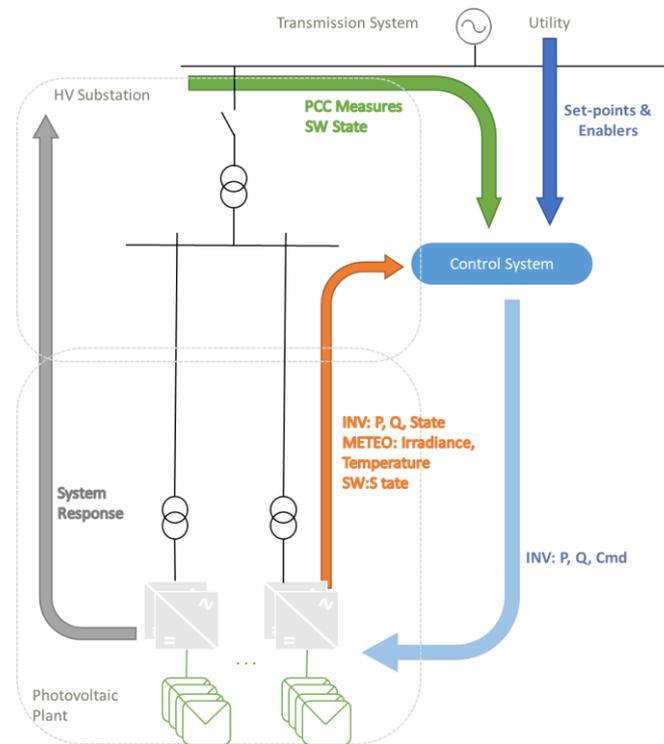


Figura 10: Detalle del flujo de datos del sistema de control

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso 300 MW, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva
- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

Edificio de O&M / Almacén

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares y constará al menos de las siguientes instalaciones:

- Cocina.
- Baño.
- Área de almacenamiento de residuos.
- Almacén (contenedor independiente)
- Oficina y sala de reuniones. Estas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local.

- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados los servidores del SCADA y todo el equipamiento de BT.
- Estacionamiento.

Edificio O&M

Se utilizarán módulos prefabricados para el edificio O&M. Los módulos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc.; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El tamaño y las características de las instalaciones se diseñarán en base a las especificaciones técnicas del Promotor y acorde a los MWp instalados en la Planta FV.

Almacén

El almacén podría dividirse en dos edificios separados:

- Un edificio principal.
- Un edificio secundario (cuando sea necesario, de acuerdo con las condiciones locales y el alcance acordado con el cliente).

El diseño de ambos edificios cumplirá con los estándares internacionales y también cumplirá con las regulaciones locales: los edificios, las estanterías y toda la estructura civil se diseñarán de conformidad con la regulación sísmica.

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El almacén principal, ubicado fuera del edificio O&M y adosado al mismo, será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma que se utilizará para almacenar componentes principales, repuestos de plantas solares, consumibles (excluidos los módulos fotovoltaicos). El almacén tendrá una entrada para vehículos con una dimensión de 4,2 m (alto) y 5,8 m (ancho). El almacén también tendrá una entrada de personal de 1 m (ancho) x 2.00 m (alto).

Ejemplo de edificio tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor. Superficie construida aprox. = 237,30 m²

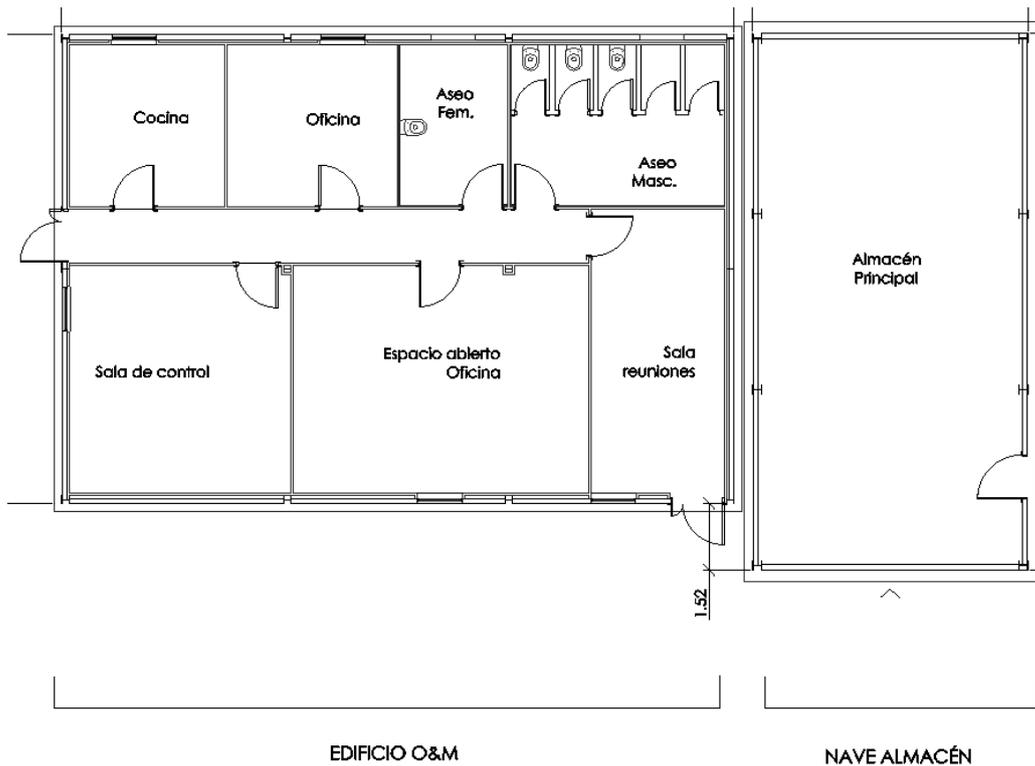


Figura 11: Ejemplo de edificio tipo O&M y Almacén

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Los baños deberán contar con agua potable. La instalación de fontanería garantizará agua fría y caliente con una reserva de al menos 100 litros.

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de climatización controlado por termostato en oficinas, salas de reuniones y sala de BT que permita a los operadores trabajar en unas condiciones óptimas de humedad y temperatura.

Los baños y cocina deben tener una ventilación natural al igual que el almacén y las salas de baja tensión y de generador y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

Sistema de seguridad anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos.

Sistema de protección contra incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

- Señalización de evacuación y métodos de protección
- Extintores

- Detección del fuego y sistema de alarma

Instalación eléctrica

Baja Tensión: Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares: El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra: La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación: Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia: La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal. La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

INSTALACIONES DE TRABAJO TEMPORAL

La principal infraestructura temporal en la planta FV es el campamento de Obra ("Site Camp"), que estará compuesto por las siguientes instalaciones:

- Área de Oficinas, que incluye:
 - Oficinas y Sala Reuniones
 - Centro de Primeros Auxilios
 - Baños y áreas de aseos
- Comedor con cocina
- Áreas de descanso
- Estacionamiento para coches y otros vehículos de obra
- Área de control de los Accesos al área de campamento
- Área de descarga de material
- Almacenes de material para la construcción (con su vallado independiente)
- Almacenes temporales de residuos (con su vallado independiente)
- Almacenes de combustible para vehículos de obra (con su vallado independiente)
- Almacenes de Agua para construcción
- Área para grupo electrógeno (con su vallado independiente)

Los campamentos tendrán los siguientes sistemas o infraestructuras, que deberán ser realizados según normativa internacional y local:

- Vallado perimetral temporal y para Áreas de Oficinas que debe estar segregada de las demás instalaciones
- Sistema de protección de detección y contra incendios
- Sistema de iluminación (externo e interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de aire acondicionado (interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de protección contra rayos
- Sistema de agua sanitaria (a través de tanque), con sistema de tratamiento de agua doméstica
- Sistema de vigilancia de área de oficinas

Todas las áreas tendrán señalización y vigilancia las 24 horas del día, desde el inicio de la obra, hasta el final de la construcción.

La superficie aproximada de la instalación de trabajo temporal será de 49.704 m².

1.3.1.2 Subestación Elevadora "SE Los Pradillos 400 kV"

La subestación se encuentra en el interior de la planta solar fotovoltaica "Los Pradillos". Zona 4 en el municipio de Colmenar de Oreja, y cuenta con una superficie de 0,72 hectáreas. En esta subestación se elevará la tensión del parque fotovoltaico de 30 kV a 220 kV, tensión a la que se conectará el parque fotovoltaico a dicho sistema eléctrico. Posteriormente se elevará la tensión a 400 kV para evacuar la energía generada en la subestación Fuencarral 400 kV de REE. Las instalaciones proyectadas tendrán los siguientes parámetros de diseño, pudiendo variar en configuración de subestación elevadora y colectora.

Parámetros básicos de diseño			
Subestación Elevadora	AT1	AT2	MT
Tensión nominal	220 kV	400 kV	30 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV	420 kV	36 kV
Frecuencia nominal	50 HZ	50 HZ	50 Hz
Conexión del neutro del transformador	Rígido a tierra	Rígido a tierra	Reactancia P.a.T.
Intensidad nominal de la aparamenta	2000 A	2000 A	630 / 2000 A
Intensidad máxima de defecto trifásico 1s	40 kA	50kA	31,5 kA
Altitud	<1000 m		

La subestación produce la transformación de tensión de media tensión a alta tensión y la conexión con la línea de evacuación, siendo su composición será la siguiente:

Cantidad	Composición subestación
1	Posición de transformador 220/30 kV compuesta por:
1	Transformador de potencia
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra

Cantidad	Composición subestación
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición de transformador 400/220 kV compuesta por:
1	Transformador de potencia
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en el lado del transformador
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición entrada de línea proveniente de SE Los Pradillos 220 kV, compuesta por:
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra lado de barras 220 kV
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de entrada de línea
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición barras 220 kV
3	Transformadores de tensión
1	Posición salida de línea hacia SE de enlace REE Fuencarral 400 kV, compuesta por:
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de salida de línea
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas), lado del transformador
3	Pararrayos (autoválvulas), lado de la línea

Transformador de potencia

En el parque intemperie se instalarán **dos** transformadores de potencia para elevar la tensión, uno con relación 220/30 kV para la evacuación de las plantas fotovoltaicas cercanas y otro con relación 400/220 kV para elevar la tensión de evacuación de la totalidad de los parques que se encuentran aguas abajo de esta subestación, las principales características se detallan a continuación:

Transformador de potencia	
Relación de transformación	220±10x1,1%/30/30 kV
Tipo de servicio	Continuo
Potencia	100/120 MVA
Frecuencia	50 Hz
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF
Conexión	Estrella-Triángulo

Grupo de conexión	YNd11d11
Impedancia de cortocircuito	0,125
Regulación	En carga
Nivel aislamiento Devanado Primario	245 kV
Nivel aislamiento Devanado Secundario	36 kV
Autotransformador de potencia	
Relación de transformación	400±10x1,1%/220/30 kV
Tipo de servicio	Continuo
Potencia	280/350 MVA
Frecuencia	50 Hz
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF
Grupo de conexión	YNaOd11
Impedancia de cortocircuito	0,145
Regulación	En carga
Nivel aislamiento Devanado Primario	420 kV
Nivel aislamiento Devanado Secundario	245 kV
Nivel aislamiento Devanado Terciario	36 kV

Además, el transformador dispondrá de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión
- Indicador de nivel de aceite
- Desecador de silicagel
- Relé protección Buchholz
- Termómetro
- Válvula de alivio de sobrepresión
- Tapón de vaciado y toma de muestras
- Válvulas de filtrado
- Radiadores desmontables con válvula de independización
- Calzas aislantes

Interruptores

La subestación dispondrá de los siguientes interruptores:

Interruptores	
Interruptor tripolar 245 kV	
Cantidad	3 (tripolar)
Tensión nominal	245 kV
Frecuencia	50 HZ

Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Tiempo de apertura int	17+/-2 ms
Tensión pico soportada máxima	1050 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C
Tipo aislador	Porcelana
Funcionamiento	Tripolar
Interruptor tripolar 420 kV	
Cantidad	3 (unipolar)
Tensión nominal	420 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	4000 A
Intensidad de cortocircuito	50 kA
Tensión pico soportada máxima	1425 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C
Tipo aislador	Porcelana
Funcionamiento	Unipolar

Seccionadores con puesta a tierra

La subestación dispondrá de los siguientes seccionadores:

Seccionadores con puesta a tierra	
Seccionador con puesta a tierra tripolar 245 kV	
Cantidad	2 (tripolar)
Tensión nominal	245 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2500 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Valor de cresta de corriente admisible	100 kA
Nivel de aislamientos	245 kV
Tensión pico soportada máxima	1050 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C
Seccionador con puesta a tierra tripolar 420 kV	
Cantidad	1 (tripolar)
Tensión nominal	420 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	4000 A
Intensidad de cortocircuito	50 kA
Valor de cresta de corriente admisible	125 kA
Nivel de aislamientos	420 kV

Tensión pico soportada máxima	1425 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Seccionadores sin puesta a tierra

La subestación dispondrá de los siguientes seccionadores:

Seccionadores sin puesta a tierra	
Cantidad	3 (tripolar)
Tensión nominal	245 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2500 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Valor de cresta de corriente admisible	100 kA
Nivel de aislamientos	245 kV
Tensión pico soportada máxima	1050 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Transformadores de tensión

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de tensión:

Transformadores de tensión	
Transformador de tensión, tensión nominal 245 kV	
Tipo	Inductivo
Cantidad	6
Tensión nominal	245 kV
Relación	$220.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3}$
VPRIMARIO	$220.000/\sqrt{3}$
Secundario 1	30VA cl 0.5-3P
Secundario 2	30VA cl 0.5-3P
Número devanados	2
Transformador de tensión, tensión nominal 420 kV	
Tipo	Inductivo
Cantidad	3
Tensión nominal	420 kV
Relación	$420.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3}$
VPRIMARIO	$420.000/\sqrt{3}$
Secundario 1	75VA cl 0.5-3P
Secundario 2	75VA cl 0.5-3P
Secundario 3	20VA cl 0,2
Número devanados	3

Transformadores de intensidad

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de intensidad:

Transformadores de intensidad	
Transformador de intensidad tipo 1, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	3
Relación	400-800 / 5-5-5 A
VNOMINAL	245 kV
Número devanados	4
VA	50 – 50 – 20
CL	5P20 – 5P20 – 5P20
Transformador de intensidad tipo 2, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	3
Relación	600-1200 / 5-5-5 A
VNOMINAL	245 kV
Número devanados	4
VA	50 – 50 – 20
CL	5P20 – 5P20 – 5P20
Transformador de intensidad tipo 3, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	3
Relación	1200-1600 / 5-5-5 A
VNOMINAL	245 kV
Número devanados	4
VA	50 – 50 – 20
CL	5P20 – 5P20 – 5P20
Transformador de intensidad, tensión nominal 420 kV	
Cantidad	3
Relación	1000 / 5-5-5-5 A
VNOMINAL	420 kV
Número devanados	5
VA	50 – 50 – 50 – 50
CL	5P20 – 5P20 – 5P20 – cl 0,2s

Pararrayos - Autoválvulas

Las subestaciones dispondrán de los siguientes pararrayos autoválvulas:

Pararrayos - Autoválvulas	
Pararrayos autoválvulas, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	9
Máxima tensión del sistema (Um)	245 kV
Frecuencia	50 HZ

Tensión nominal (Ur)	198 kV
Máxima tensión de servicio en continuo (Uc)	156 kV
Intensidad de descarga nominal (onda 8/20 μ s)	10 kA
Clase de descarga	3
Contador de descargas	Incluido
Pararrayos autoválvulas, tensión nominal 420 kV	
Cantidad	6
Máxima tensión del sistema (Um)	420 kV
Frecuencia	50 HZ
Tensión nominal (Ur)	330 kV
Máxima tensión de servicio en continuo (Uc)	264 kV
Intensidad de descarga nominal (onda 8/20 μ s)	20 kA
Clase de descarga	3
Contador de descargas	Incluido

Celdas de media tensión

Desde los centros de transformación de salida, que se encuentran ubicados en la planta fotovoltaica, se realizarán las conexiones con las salas de media tensión de la Subestación Los Pradillos 400 kV.

Dichas salas de celdas de media tensión, ubicadas dentro de los edificios de las subestaciones, las cuales realizan las funciones de acometer los conductores procedentes de la instalación generadora fotovoltaica para posteriormente conectarlos a los devanados de media tensión de los transformadores de potencia.

La configuración de la Subestación Los Pradillos 400 kV dispone de dos embarrados de media tensión que evacúan la energía a sendos secundarios del transformador. A continuación, se detalla el tipo y número de celdas conectada a cada secundario:

Celdas de media tensión 30 kV		
Tipo de Celda	Barra 1	Barra 2
Celda de protección Transformador	1	1
Celda de protección de Línea	6	6
Celda conexión Banco Condensadores	1	1
Celda conexión de SSAA	1	-

Conectado a cada devanado de MT del transformador de potencia, se instalará una reactancia de puesta a tierra con su respectivo juego de autoválvulas.

Cada celda de línea/transformador de MT estará dotada de:

- Compartimento para interruptor (de línea o transformador, según aplicación).
- Compartimento de seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Protecciones
 - Celdas de línea: 50/51, 50N/51N

- Celdas de Trafo: 50/51, 50N/51N, 64
- Manómetro indicador de estado nivel de SF6.
- Transformadores de intensidad en cada posición.
- 1 juego de Transformadores de tensión en cada embarrado (en celda independiente o integrados dentro de una de las celdas del embarrado)

Las características técnicas de las celdas son:

Características técnicas de las celdas de media tensión		
Característica	Línea/SSAA/Condensadores	Transformador
Tensión nominal (kV)	30	30
Tensión Máxima de Aislamiento (kV)	36	36
Intensidad nominal (A)	630	2000
Intensidad nominal de corte (kA)	31,5	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA)	80 (cresta)	80 (cresta)
Intensidad nominal de corta duración	Max 31,5/3	Max 31,5/3
Resistencia frente arcos internos (kA/s)	31,5	31,5
Presión nominal relativa de gas SF6 a	0,3	0,3
Temperatura ambiente (°C)	-5° / 40°	-5° / 40°
Altitud (msnm)	< 1.060	< 1.060
Humedad relativa (%)	< 90	< 90
Grado de protección: Compartimento MT	IP65	IP65
Grado de protección: Compartimento BT	IP41	IP41

Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares

Se ubicará en una sala aparte a la de media tensión, contigua a esta, con los siguientes armarios:

- Armarios de control y protección
 - 2 posiciones de transformador
 - 2 posiciones de línea (entrada y salida)
 - 1 protección diferencial de barras 220 kV (87B)
- Armario con UCS y SCADA SET más telecomunicaciones.
- Armarios de medida, uno para cada posición de línea.
- Armarios y equipos de servicios auxiliares (SSAA).

Sistema de control y protección

El sistema de control a implementar constará, de una unidad central de subestación (en adelante UCS) que centralizará las órdenes y señales provenientes de todas las unidades de control local de cada una de las posiciones que constituyen la subestación. El sistema será de tipo jerarquizado, formado por los siguientes equipos:

Sistema de Protección de Línea	
Protección diferencial de línea	87L
Distancia	21
Protección de mínima de tensión	27
Protección de máxima tensión	59
Protección direccional de corriente de neutro	67N
Fallo de interruptor	50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo	3
Protección de fallo de interruptor	50BF
Protección de sincronismo	25
Sistema de protección de Transformador	
Protección diferencial de transformador	87T
Protección diferencial de neutro	87N
Overcurrent Protection	50/51 – 50N/51N
Protección de frecuencia	81M/m
Fallo de interruptor	50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo	3
Protección de mínima de tensión	27
Protección de máxima tensión	59
Sincronismo	25
Máxima corriente continua	76
Relé Buchholz	Detección de gases
Cambiador Tap en carga	Regulación de voltaje
Válvula de presión	Sobrepresión
Relé térmico	Temperatura
Otros elementos	
Contador Comprobante Facturación	1 ud. (posición de salida en 400 kV)
Contador Principal Facturación	2 uds. (uno por cada barra de MT)
Contador Redundante Facturación	2 uds. (uno por cada barra de MT)

Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones deberá permitir el mando y la monitorización en remoto de la subestación, así como realizar las tareas de telemando, telegestión y telemedida desde el Centro de Control de Redes de la compañía gestora de la Red. En la sala de control del edificio, y junto al armario de servicios generales, se instalará el armario de comunicaciones. En este armario se instalarán los equipos necesarios para el enlace entre la subestación y el Centro de Control. El armario de comunicaciones contendrá:

- Interruptores magnetotérmicos de alimentación ubicados en la parte superior del armario en una fila.

- Repartidores ópticos de tipo rack con bandejas de empalmes y con los conectores necesarios para la conexión de hasta 48 fibras ópticas por cada línea de alta tensión que salga desde la subestación.

Servicios auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares se realizará desde línea externa de media tensión y de un transformador de servicios auxiliares conectado a uno de los embarrados de media tensión. La subestación se encontrará equipada con la siguiente infraestructura:

- Transformador de Servicios Auxiliares.
- Grupo electrógeno.
- Armario general de corriente alterna.
- Cuadros de distribución CA
 - Cuadro de fuerza y climatización.
 - Cuadro general de alumbrado, para el edificio, accesos y parque intemperie.
- Armarios de corriente continua
- Rectificadores, cargadores y baterías de corriente continua 125 Vcc. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de protección.
- Convertidor y baterías 48 Vcc para comunicaciones. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de telecomunicaciones.
- Instalación de alumbrado.

Transformador de servicios auxiliares

El transformador de servicios auxiliares será 30/0,4 kV de 100 kVA. A continuación, se detallan las características principales del mismo:

Transformador de servicios auxiliares	
Clase de servicio	Continuo
Clase de corriente	Trifásica
Frecuencia	50 HZ
U1 (AT)	30 KV
U2 (BT)	0,4 KV
Tensión máxima de servicio	36 KV
Nivel de aislamiento	70 kV / 170 kV
Potencia	160 kVA ONAN
Ucc %	6%
Conexión	Dyn11

Grupo electrógeno

Se empleará un equipo con las siguientes características:

Grupo electrógeno	
Potencia de emergencia / continuo	180 kVA / 144kVA
Tensión de funcionamiento	400 V
Frecuencia	50 Hz
Fases	3
Combustible	Diesel

Sistema de medida fiscal

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias, para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,5 para medida principal y redundante. El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- Transformadores de tensión e intensidad ubicados en la salida de la posición de línea.
- Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 62053 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión 0,2S.
- El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.
- Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 62053 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión 0,2. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.
- Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de máxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.
- Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de telemedida.

Para la facturación de la generación se instalarán una medida principal y otra redundante en cada una de las dos posiciones de barras de MT existentes, por otra parte, se instalará una medida comprobante en la parte de alta tensión a la salida de esta subestación, en la posición de salida de 400 kV. Finalmente se instalará una medida principal en el punto frontera con la subestación de REE para la medida de la totalidad de los parques de este nudo.

De este modo se da cumplimiento a lo establecido en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (RD 1110/2007).

Red de puesta a tierra

Como datos de partida para el cálculo inicial de la malla se utilizarán los siguientes:

- Tiempo de despeje de la falta (t): 1 s.
- Intensidad de falta monofásica a tierra: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad del terreno: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad de la capa superficial (grava): 3000 Ωm .
- Espesor de la capa de gravilla: 0,15 m

La red de tierras diseñada se compondrá, básicamente, de una retícula de cable de cobre desnudo y enterrada a una profundidad determinada según los cálculos correspondientes. El sistema de puesta a tierra de la Subestación se puede dividir en:

- Tierra general de la Subestación, compuesta por un mallado de conductores desnudos de cobre formando retículas lo más uniformes posible, las cuales estarán unidas mediante soldaduras aluminotérmicas.
- Tierra aérea de la Subestación compuesta por un sistema de al menos cuatro pararrayos tipo Franklin instalados en columnas de forma que se garantice la protección de la instalación frente a descargas atmosféricas.
- Tierra de estructuras y equipos, que garantiza la perfecta unión a tierra de estos elementos. Todas las partes metálicas de los nuevos soportes y aparellaje irán conectadas a la malla de tierra subterránea con cable de cobre desnudo mediante terminales apropiados o soldaduras aluminotérmicas si fuese necesario.
- Tierra de cerramiento, para garantizar el contacto a tierra del mismo.
- En caso de necesidad se instalarán picas profundas.

La instalación general de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de faltas a tierra.

Puesta a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a las tierras de protección, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de todos los locales.

- Las vallas y las cercas metálicas.
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio.
- Los blindajes metálicos de todos los cables.
- Cualquier tubería y conducto metálico.
- Las carcasas de transformadores.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Las tapas metálicas de los canales de cables prefabricados de hormigón.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada sea equipotencial.

Estructuras metálicas y soportes

Las estructuras metálicas a instalar en el parque de intemperie corresponden a los soportes de los pórticos de las salidas de las líneas, a los soportes para los embarrados principales y secundarios y a la aparamenta. La estructura metálica para interior corresponde a los armarios de control, protección y servicios auxiliares. Además, existen soportes de apoyo para los proyectores de iluminación exterior e iluminación perimetral del edificio.

Estos soportes estarán realizados con estructuras normalizadas de perfil de alma llena. Toda la estructura metálica será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completarán con herrajes y tornillería auxiliares de acero inoxidable para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Obra civil

La ejecución de la subestación requiere la realización de los trabajos de obra civil siguientes

- Movimiento de tierras incluyendo la adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota la plataforma sobre la que se construirá la subestación.
- Ejecución de viales de acceso y de viales interiores de la subestación.
- Urbanización del terreno incluida la capa de grava superficial.
- Construcción de un edificio para albergar los equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de MT
- Sistema de drenajes, abastecimiento de agua y saneamiento de la instalación.
- Cimentaciones, bancadas para los transformadores y muro cortafuegos.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

Se detallan a continuación algunos aspectos relevantes de la obra civil de la subestación.

Movimiento de tierras

La plataforma explanada deberá ser totalmente horizontal. Se determinará el Nivel de terreno explanado (NTE) de la plataforma en base a:

- La topografía de la parcela.
- Las características del terreno que se describan en el informe geotécnico.
- Los métodos de ejecución y materiales indicados en las prescripciones generales para las obras de carreteras y puentes en vigor.
- Los accesos y drenajes previstos.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m. 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. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%. La categoría de la explanada será E1 (módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga según NLT-357 \geq 60 MPa). Para su formación únicamente se permitirá el empleo de los siguientes suelos definidos según el artículo 330 del PG3:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma.
- Suelos Adecuados y/o Tolerables: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

El material clasificado como marginal o inadecuado no podrá ser utilizado en ninguna parte de la obra. Todas las tierras procedentes de desmontes y excavaciones serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra o revegetación de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno textural y cromáticamente. El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Plataformas

Siempre y cuando sea requerido por condiciones del terreno (orografía, hidrología, etc) se considerara la creación de una base compactada de tierra extraída de cantera de unos 0,6 – 0,8m por encima de la cota nivelada del terreno.

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).

En el camino de acceso a la parcela se construirá un sistema similar al de la plataforma, con los drenajes transversales, caños, bajantes, etc. que sean necesarios. Para el cálculo del drenaje de la plataforma, se seguirá en todos los casos la Instrucción de Carreteras 5.2-IC del Ministerio de Fomento. 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.

Muros de Escollera

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.

Para el proyecto y ejecución de los muros de escollera, se seguirá en todos los casos los criterios de diseño y cálculos establecidos en la Guía para el Proyecto y la ejecución de Muros de Escollera en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento.

Muros de Hormigón armado

Cuando al ejecutarse la explanada las laderas o taludes presenten problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado. Los materiales a emplear en el diseño y construcción del muro serán los siguientes:

- Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²). Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Red de viales interiores y de acceso

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. Los viales se realizan de aglomerado asfáltico y se asientan sobre una base de grava-cemento de 150 mm de espesor y una sub-base de suelo-cemento de 150 mm 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.

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. Para la colocación de la malla geotextil (si es requerida) y adcentamiento 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. Se colocará una lámina

geotextil entre la grava y el terreno con objeto de que no crezcan plantas. Se recubrirá la instalación con una capa de 15 cm. de grava de dimensiones entre 2 y 5 cm.

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Drenajes

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales 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.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La subestación contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado. Se instalará un cerramiento de malla de simple torsión. Este cerramiento de 2,5 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 400x400x500 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 7x2,5 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

El sistema de vigilancia perimetral tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNE, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los

organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Cimentaciones

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.

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 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.

Cualquiera de las soluciones adoptadas deberá tener en cuenta la capacidad portante indicada en el informe geotécnico. Si el terreno exigiese tipos especiales de cimentación, ésta se realizará de acuerdo con el informe geotécnico.

Bancadas de los transformadores

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte y un foso de recogida de aceite. 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 un cubeto con tres compartimentos separados por dos vigas sobre las que se embeberán vías de rodadura para el apoyo del transformador. Los compartimentos estarán comunicados mediante un tubo de hormigón para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida.

Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²) Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Las vías de circulación de los transformadores se construirán de hormigón armado, y se calcularán como vigas o placas en lecho elástico solicitadas por la carga móvil total del equipo desplazándose de principio a fin de recorrido. Los carriles se dejarán sobre placas o dispositivos de nivelación fina que garanticen su perfecta colocación y que quedarán embebidos en un hormigonado de segunda fase.

La red para la evacuación del aceite estará constituida por tubos. Dichos tubos irán enterrados en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para evacuar el aceite y/o el agua de la bancada hasta el depósito recolector.

Depósito 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 un 30 % 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, de tal forma que cuando se supere ese nivel se emitirá una señal al sistema de control de la subestación.

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 HM-10/P/40/IIa de al menos 10 cm. de espesor y se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días) con acero corrugado Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²) atado con alambre recocido.

Muro 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.

Canalizaciones y arquetas

En función del tipo de cable, se dispondrán de los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalización para el tendido de los cables de control. Se emplearán canales prefabricados de hormigón con sus correspondientes tapas y demás accesorios que faciliten el tendido de los cables en su interior. El canal estará dotado de un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua en su interior. Las tapas de los canales de cables deberán poder ser levantadas sin necesidad de romperlas. El peso y dimensiones serán tales que puedan ser manejadas por una persona con facilidad. Para el paso por viales se emplearán tapas metálicas galvanizadas en caliente que se deberán conectarán a la malla general de la red de tierras de la subestación.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para la recogida de las diferentes mangueras de cables de los equipos a instalar.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para los cables de potencia de Servicios Auxiliares.
- Canalización para el tendido de cables de potencia desde los transformadores de potencia hasta las celdas en el interior del Edificio. Se emplearán un mínimo de 3 tubos de 200mm. de diámetro de polietileno de alta densidad de doble pared con interior liso. Para el paso de cables bajo viales los tubos deberán ir embebidos en dados de hormigón.

Para el tendido y la conexión de los cables de control, alumbrado y fuerza, drenajes, fosa séptica, depósito y sistema de recogida de aceite se construirán arquetas de hormigón con tapa de hormigón armado, de las dimensiones adecuadas y que interconectarán los tramos de tubos de Polietileno.

Edificio

La subestación cuenta con un edificio de unos 130 m² para la ubicación de los equipos de control, protección, comunicaciones y servicios auxiliares, así como las celdas de MT, se construirá, utilizando materiales típicos de la zona e integrado en el entorno natural, con las siguientes dependencias para albergar los distintos elementos y equipos que componen el sistema:

- Dependencia 1: Sala de Celdas de MT.
- Dependencia 2: Sala de paneles de control y protección y comunicaciones.
- Dependencia 3: Sala de SSAA.

1.3.1.3 Línea E/S SE Los Pradillos 400kV

Esta línea Aérea de Alta Tensión 220/400 kV, es un ramal de entrada/salida a la “Subestación Los Pradillos 400kV”, permitiendo la entrada del circuito de 220kV con origen en la “Subestación Colectora Pradillos”, además de realizar la salida en 400kV del circuito con destino “Subestación Fuencarral 400kV”, perteneciente a REE.

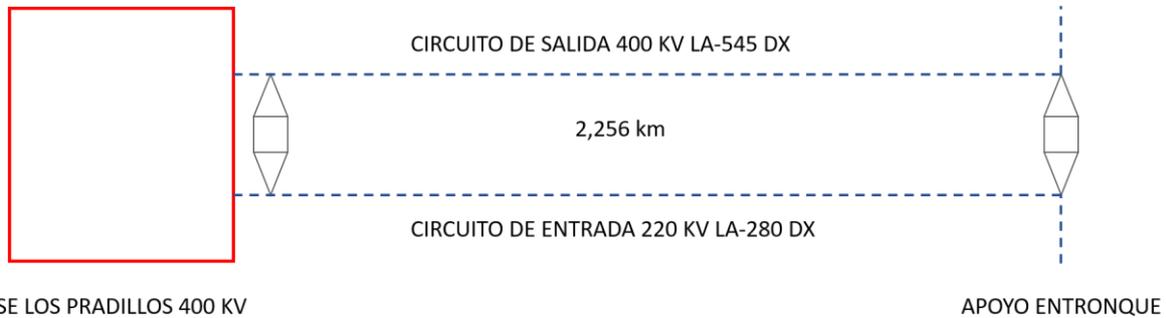


Figura 12: Esquema General de Línea

El origen de la línea aérea de evacuación “Línea E/S SE Los Pradillos 400kV” será la “Subestación Los Pradillos 400kV”, y el final el vértice “V26” de la “Línea de Evacuación Promotores Fuencarral”, descrita en otro capítulo del presente Plan Especial, discurriendo en su recorrido únicamente por el Término Municipal de **Colmenar de Oreja** (Madrid).

Características de la instalación

La línea tendrá una longitud total aproximada de 2.256 m y constará de un único tramo en configuración Doble Circuito Dúplex. El circuito de entrada dispondrá conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK en 220 kV y el circuito de salida 485-AL1/63-ST1A (LA-545) CARDINAL en 400 kV. Las características eléctricas generales de la línea de evacuación son las siguientes:

Longitud	2.256 m
Tensión nominal circuito de entrada	220 kV
Tensión más elevada circuito de entrada	245 kV
Tensión nominal circuito de salida	400 kV
Tensión más elevada circuito de salida	420 kV
Frecuencia	50 Hz
Potencia a Transportar circuito de entrada	194.94 MW
Potencia a Transportar circuito de salida	300 MW
Número de circuitos	2
Número de conductores por fase	2
Tipo de Conductor Circuito de entrada	242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK
Tipo de Conductor Circuito de salida	485-AL1/63-ST1A (LA-545) CARDINAL
Tipo de cable de tierra de fibra óptica	OPGW 48 fibras
Zona	B
Tipo de aislamiento	Aisladores Compuestos
Tipo de apoyos y material	Apoyos metálicos de celosía Acero Galvanizado
Puestas a tierra	Picas independientes / Anillo difusor

Apoyos

Los apoyos proyectados en la construcción de la Línea en proyecto serán del tipo metálicos de celosía diseñados para la instalación de dos circuitos, el de entrada en 220kV y el de salida en 400 kV, distribuidos en doble bandera y doble cúpula, para la instalación de dos cables OPGW.

Todos los apoyos tendrán protección por galvanizado en caliente. El galvanizado se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:2010. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad, sin manchas y con un espesor local de recubrimiento mínimo de 85 µm. La altura de los apoyos será determinada por las distancias mínimas a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la Línea Aérea, según el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008). Se instalarán apoyos de doble circuito distribuidos en doble bandera y con cúpula para la instalación de dos cables OPGW, como el de la siguiente figura:

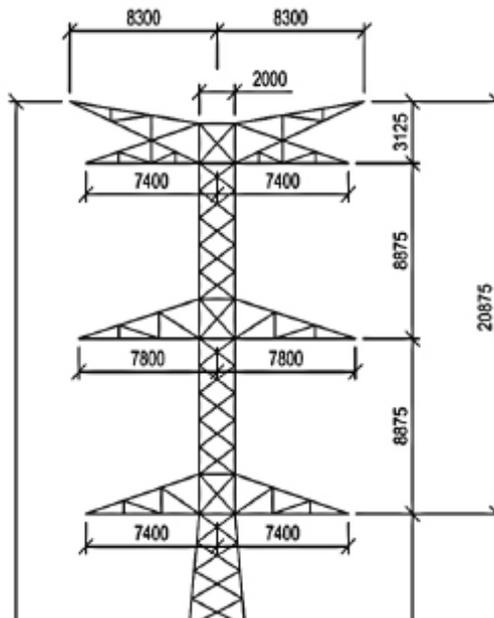


Figura 13: Apoyo Doble Circuito 400/220kV

Conductor

El conductor de fase a utilizar en el circuito de entrada será del tipo aluminio con alma de acero, con las siguientes características:

Denominación	242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK
Sección	281,1 mm ²
Diámetro	21,8 mm
Alambres de aluminio (número y diámetro).....	26 x 3,44 mm
Alambres de acero (número y diámetro).....	7 x 2,68 mm
Carga de rotura.....	84,89 kN
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C	0,1195 Ω/km
Masa	976 kg/km

Módulo de elasticidad	7300 daN/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	19,1 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹

El conductor de fase a utilizar en el circuito de salida será del tipo aluminio con alma de acero, con las siguientes características:

Denominación	485-AL1/63-ST1A (LA-545) CARDINAL
Sección	547,3 mm ²
Diámetro	30,4 mm
Alambres de aluminio (número y diámetro).....	54 x 3,38 mm
Alambres de acero (número y diámetro).....	7 x 3,38 mm
Carga de rotura.....	149,04 kN
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C	0,0597 Ω/km
Masa	1831,1 kg/km
Módulo de elasticidad.....	6700 daN/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	19,5 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹

Cables Guarda (OPGW)

Para la protección de la línea frente a descargas atmosféricas y para proveer de una infraestructura de comunicaciones a través de fibra óptica, se instalarán dos cables de tierra de aluminio compuesto con fibra óptica tipo OPGW. Se procurará cumplir con la recomendación del RLAT (apartado 2.1.7 de la ITC-LAT-07) de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°. Las características del cable de tierra se definen a continuación.

Designación	Cable OPGW
Sección total	181,6 mm ²
Diámetro exterior nominal.....	17,5 mm
Número de fibras.....	48
Tipo de fibras.....	Monomodo ITU-T G.652
Carga de Rotura.....	6520 kg
Masa	723,8 kg/km
Módulo de elasticidad.....	8200 kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	14,1 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Capacidad de cortocircuito	56,6 kA ² s (1)

(1): Temperatura inicial = 40°C; Temperatura final = 200°C; I=17 kA; t=0,3 s

Aislamiento

El aislamiento para el circuito de entrada estará dimensionado mecánicamente para el conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK, garantizando un coeficiente de seguridad de rotura superior a 3, y eléctricamente para 220 kV. Constará de cadenas sencillas de aisladores poliméricos, excepto en apoyos de suspensión afectados por cruzamientos con carreteras, donde la cadena será doble de acuerdo con el apartado 5.3 – d.2 – b) de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Denominación	FXBW-220/160-2500(S-B)
Material	Compuesto-Polimérico
Línea de fuga	7595 mm
Longitud	2800 mm
Carga de rotura.....	160 kN
Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia	460 kV
Tensión mantenida a impulso tipo rayo.....	1050 kV

La línea de fuga mínima, dado un nivel de contaminación III-Fuerte (Tabla 14 de la ITC-LAT-07), es de 25 mm/kV, que, para la tensión más elevada de la red, que es de 245 kV representa un valor total de 6125 mm.

El aislamiento para el circuito de salida estará dimensionado mecánicamente para el conductor 485-AL1/63-ST1A (LA-545), garantizando un coeficiente de seguridad de rotura superior a 3, y eléctricamente para 400 kV. Constará de cadenas sencillas de aisladores poliméricos, excepto en apoyos de suspensión afectados por cruzamientos con carreteras, donde la cadena será doble de acuerdo con el apartado 5.3 – d.2 – b) de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Denominación	FXBW-400/210-3200 (S-B)
Material	Compuesto-Polimérico
Línea de fuga	10500 mm
Longitud	3200 mm
Carga de rotura.....	210 kN
Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia	1050 kV
Tensión mantenida a impulso tipo rayo.....	1450 kV

La línea de fuga mínima, dado un nivel de contaminación III-Fuerte (Tabla 14 de la ITC-LAT-07), es de 25 mm/kV, que, para la tensión más elevada de la red, que es de 420 kV representa un valor total de 10500 mm.

Obra Civil

Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos podrán ser de tipo monobloque o estar compuestas por cuatro bloques independientes y sección circular con cueva.

En los apoyos de base de reducidas dimensiones las cimentaciones son de un macizo único de forma prismática de base cuadrada, en cuyo interior se empotra el tramo inferior de los apoyos, o anclajes. En los apoyos de mayores dimensiones en base, apoyos de cuatro patas, las cimentaciones son independientes para cada pata. El bloque de cimentación se ejecutará con hormigón HM20, y sobresaldrá del terreno como mínimo, 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre el bloque de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

Tomas de tierras de los apoyos

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08)

considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo. Para garantizar la correcta actuación de las protecciones, se establece un valor máximo de resistencia de puesta a tierra de los apoyos de 15 ohmios. El sistema de puesta a tierra estará compuesto por electrodos de puesta a tierra y líneas de puesta a tierra.

Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- **Apoyos NO frecuentados.** Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- **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.

Se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

1.3.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"

1.3.2.1 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1"

La Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1", está formada por dos zonas ubicadas la primera en Mejorada del Campo y la segunda en Valdilecha en la Comunidad de Madrid, con una superficie total de unas 328 ha. La planta solar fotovoltaica (2 zonas) tiene las siguientes características:

PSFV "ENVATIOS XXIV-FASE 1". CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Potencia nominal en el Punto de Interconexión	70 MWn
Potencia instalada	84 MWp
Superficie total de la planta	328 ha
Superficie total ocupada por los módulos	43,5ha
Longitud de viales interiores	7.560 m
Longitud de vallado perimetral	32.454 m
Accesos a la planta	17

El sistema solar fotovoltaico se divide en los siguientes subsistemas:

- Generador fotovoltaico.
- Estructura soporte.
- Instalación eléctrica CC
- Inversor solar
- Cabina de transformación
- Instalación eléctrica CA. Red MT
- Puesta a tierra
- Obra Civil
- Vallado y sistema de seguridad
- Monitorización y control
- Edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). Almacén
- Instalación de trabajo temporal

Generador fotovoltaico

La energía fotovoltaica utiliza parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad.

El generador fotovoltaico es el dispositivo encargado de transformar la radiación solar en electricidad. Está constituido por una asociación serie-paralelo de módulos que, a su vez, son el resultado de una agrupación serie-paralelo de células solares.

Las células están formadas por materiales semiconductores como el silicio. Al incidir la luz del sol sobre la superficie de la célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del material semiconductor, para así poder circular dentro del sólido.

La energía fotovoltaica es producto de la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación se produce en unos elementos denominados módulos fotovoltaicos. En las células fotovoltaicas que conforman dichos paneles, la radiación solar excita los electrones de un elemento semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener tensiones mayores que generarán intensidades dependiendo de la resistencia que se le oponga.

La instalación se diseñará para un dimensionamiento óptimo, con lo que se consigue maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización.

El generador fotovoltaico estará formado por 182.000 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino capaces de entregar una potencia de 500 Wp en condiciones estándar y con una eficiencia de alrededor del 20,7 %, fijados a una estructura móvil con una inclinación variable de los módulos, siendo la potencia pico de la instalación 91 MWp. **Error! No se encuentra el origen de la referencia..** El módulo fotovoltaico cuenta con las siguientes características:

- 110 células.
- Bifacial.
- Última generación.
- Degradación lineal.
- Resistente al PID.
- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EM-61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por un laboratorio reconocido.
- Certificados según las normas: IEC 61.215 (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación) y IEC 61.730 (Cualificación de la seguridad eléctrica de los módulos).
- Tolerancia positiva.
- Fabricante primer nivel. Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 y ISO 14001.

En la siguiente tabla se resumen las características generales tipo para un módulo de referencia:

Módulo fotovoltaico. Condiciones STC (*)	
Fabricante	Trina o similar
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Tecnología	Bifacial
Nº Células	150
Potencia Módulo	500 Wp
Vmp Módulo	43,4 V
Imp Módulo	11,53 A
Voc Módulo	51,5 V
Isc Módulo	12,13 A
Vmax sistema	1.500 V
dPmax/dT	-0,350 %/°C

dVoc/dT	-0,250 %/°C
dIsc/dT	0,040 %/°C
TONC	41,0°C

(*) Condiciones Estándar de Medida (STC) son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar: 1000 W/m², Distribución espectral: AM 1,5G y Temperatura de célula: 25 °C

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo.

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

Estructura de soporte

La estructura soporte es el elemento mecánico que sujeta los módulos fotovoltaicos para instalarlos sobre el terreno. Tiene las funciones principales de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, así como proporcionarles la inclinación y orientación adecuadas, con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

Se plantea el montaje de una estructura con seguimiento solar. Un tracker de eje horizontal que proporcionan un rango de seguimiento de ± 55°. La estructura metálica cuenta con las siguientes características:

- Estructura de acero conformado en frío calidad S-275 o S355.
- Tratamiento superficial de la superficie de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión de acuerdo a la Norma EN ISO 1.461:2009 o ASTM A123/A123M-15.
- Sin soldaduras o cortes a realizar en destino. 100% de las uniones son con tornillería galvanizada acorde a la Norma UNE-EN-ISO 1461.
- Tornillería del módulo: acero inoxidable.
- Elemento aislante se puede incluir entre el marco de aluminio del panel y la estructura galvanizada con el fin de asegurar que no se produzca la corrosión galvánica.
- Se deben realizar Pull-Out Test para definir la profundidad de hincado.
- La estructura metálica se establece con la siguiente configuración de 1 módulo en vertical en una fila de 56, eléctricamente en series de 28.

Las características técnicas generales del seguidor:

ESTRUCTURA DE SOPORTE	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	
Fabricante	PVHardware o similar
Modelo	AXONEDUO

ESTRUCTURA DE SOPORTE	
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Dirección del módulo	Vertical
Nº de módulos transversales	1
Nº de módulos longitudinales	56
Nº mesas / motor	2
Configuración de la mesa	2x[1x56] Vertical
Módulos / mesa	56
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Nº strings / mesa	2
Pitch [m]	6,22
Distancia libre entre módulos [m]	4,03
Características de la Estructura	
Algoritmo del seguidor	Astronómico con Backtracking
Margen de error del seguidor	±1º
Configuración de red	Maestro - esclavo
Configuración de Software	Configuración paramétrica
Fuente de Alimentación y base de datos	Cableada o inalámbrica
SCADA	Sí
Sistema de protección frente al viento	Sí, configurable
Tiempo a posición de bandera	3 minutos aproximadamente

Para calcular las fuerzas generadas por el viento se deberá seguir las regulaciones locales. Según los códigos y reglamentos locales aplicables, la velocidad básica del viento puede definirse como la velocidad media del viento de 10 minutos a una altura de 10 m (v_b , 0 como por ejemplo en Eurocódigo) o como una velocidad de ráfaga de 3 segundos a una altura de 10 m (v_p , 0 como por ejemplo en ASCE 7).

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Las estructuras hincadas, permiten el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón. Se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo obra civil (excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.). Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno.

Para la ejecución de los trabajos de hincado se utilizará maquinaria especializada, máquina hincaposte, que satisface las exigencias del hincado de postes en condiciones difíciles, en campo abierto y con pendientes importantes

La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.

- Peso propio de la estructura y módulos soportados.

En caso de no poder hincar directamente, se realizará un pre-taladro previo, recurriéndose a relleno de hormigón e inserción del poste únicamente en aquellos casos donde las características geotécnicas del terreno no permitan la cimentación por hincas directas.

Separación entre filas

La separación entre filas será de 6,22 m entre puntos homólogos equivalentes de seguidores contiguos (pitch).

El control del seguidor hará un movimiento de back-tracking que evita el sombreado entre filas consecutivas, disminuyendo la inclinación de los módulos a primeras horas del día y a últimas horas de la tarde.

La parte inferior del marco de los módulos de la fila inferior deberá tener una distancia mínima de 0,5 m con respecto al punto más próximo donde pueda crecer vegetación, para evitar sombras y salpicaduras.

SECCIÓN TRACKER PROPUESTA

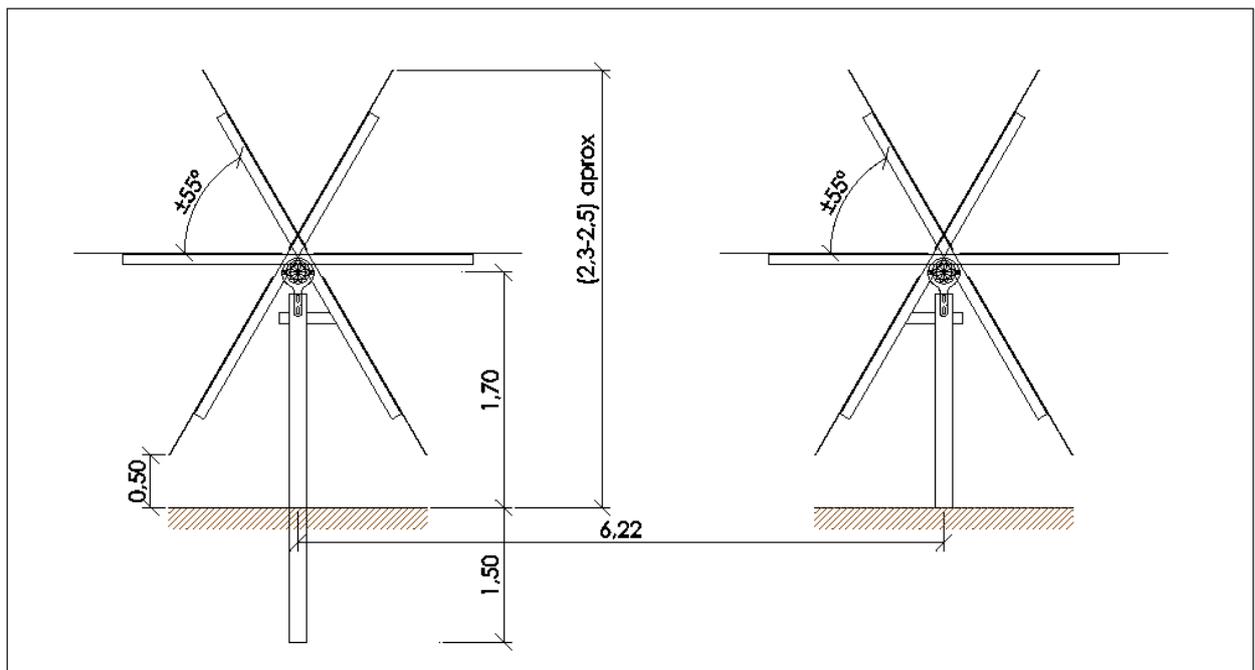


Figura 14: Sección tracker propuesta

Instalación eléctrica de Baja Tensión

La infraestructura eléctrica de CC de la Instalación fotovoltaica abarcará desde los módulos al inversor:

- Campo Solar, conexión de strings.
- Cajas de conexión string-inverter.

En la siguiente tabla se recogen las características generales de la instalación eléctrica de Baja Tensión de la planta fotovoltaica:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	
POTENCIAS RESUMEN	
Potencia Pico de Planta	91,00 MWp
Potencia Nominal en Punto Interconexión	70,00 MW
Ratio DC / AC	1,3
Potencia Instalada módulos (cara delantera)	91,00 MWp
Potencia Instalada módulos (cara trasera)	63,70 MWp
Potencia Instalada módulos (total)	154,70 MWp
Potencia Instalada Inversores	84,00 MW
Potencia Instalada Proyecto	84,00 MW
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Trina
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Tecnología	Bifacial
Potencia Pico Módulos (cara delantera)	500 Wp
Módulos / String	28
Nº de Strings	6.500
Nº de Módulos	182.000
INVERSORES FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-185KTL-H1
Potencia de inversor (nominal)	175 kW
Potencia de inversor (máxima aparente)	185 kVA
Nº de Inversores	480
Nº total de Centros de Transformación	14 CT (max 36 inversores)
Total Potencia de Inversores (nominal)	84,00 MW
ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA	
Fabricante	PVHardware
Modelo	AXONE DUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Configuración mesa	2x[1x56] Portrait
Inclinación	±55°
Azimuth	0°
Pitch [m]	6,22
Módulos / mesa	56
Nº de mesas	3.250

*Se toma una mesa de referencia como una estructura de 56 módulos. La combinación de 28 y 56 módulos da lugar a esta simplificación, que se detallará en el proyecto ejecutivo.

El conexionado en serie de los módulos se realiza conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente en serie. El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo de la serie y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo de la serie, de tal forma que ambos terminales corresponderán a dos de los módulos adyacentes al motor del seguidor, facilitando el cableado y acortando las longitudes de cables necesarias, y por tanto las pérdidas.

Cada serie dará una corriente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas y estarán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizará con terminales tipo MultiContact o similar, que incorporan los propios módulos fotovoltaicos en sus cajas de conexiones, de manera que se facilita la instalación y se aseguran la durabilidad y seguridad de las conexiones.

El conductor de baja tensión CC que se utilizará para la conexión de los módulos fotovoltaicos en la formación de strings y conectar éstos al inversor es de cobre del tipo RV-K 0,6/1 kV de sección variable entre 4 mm² y 10 mm² según cálculo en instalación al aire y enterrado en tubos. Los cables solares estarán certificados de acuerdo con TÜV 2Pfg 1169 / 08.2007 y / o EN 50618: 2014.

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto a los perfiles que constituyen la estructura del seguidor, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta la caja concentradora.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los propios módulos, donde la temperatura puede alcanzar de 70 a 80 °C. Por esta razón estos cables deben de ser capaces de soportar temperaturas elevadas y rayos ultravioletas cuando se instalan a la vista. Por lo tanto, se utilizan cables especiales, por lo general cables unipolares con envoltura de goma y aislamiento, tensión nominal de 0,6 /1 kV, una temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 120 °C y alta resistencia a la radiación UV.

El cableado CA que une los inversores string con los CT será de aluminio en instalación directamente enterrado en zanja, con secciones que varían en función a su longitud entre 95 y 400 mm² acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia dependiendo del número de String por cada inversor.

Las protecciones en los conductores se realizarán mediante fusibles, seccionadores y protecciones contra sobretensión en los inversores de string y a la entrada de los CT.

Inversor fotovoltaico

El inversor es otro de los componentes de la instalación fotovoltaica y será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red. Desde la salida del inversor se evacuará la energía al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida para la red de Media Tensión de la central.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el inversor comienza a inyectar a la red.

El inversor trabaja de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede del generador fotovoltaico, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de suministro. Se instalarán **¡Error! No s**

e encuentra el origen de la referencia. inversores, que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos. Se presenta a modo orientativo las características de un inversor string tipo:

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-185KTL-H1)	
EFICIENCIA	
Eficiencia máxima	99,03%
Eficiencia Europea	98,69%
ENTRADA	
Máxima tensión	1500 V
Máxima corriente por MPPT	26 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de arranque	550 V
Rango de tensión de operación de MPPT	500 V - 1500 V
Tensión nominal	1080 V
Nº de entradas	18
Nº de MPPT	9
SALIDA	
Potencia activa nominal	175000 W a 40°C, 168000 W a 45°C, 150000 W a 50°C
Potencia aparente máxima	185000 VA
Potencia activa máxima (cosΦ=1)	185000 W
Tensión nominal	800 V, 3W + PE
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente nominal	126,3 A a 40°C, 121,3 A a 45°C, 108,3 A a 50°C
Corriente máxima	134,9 A
Factor de potencia ajustable	0,8 LG ... 0,8 LD
Distorsión armónica máxima	< 3 %
PROTECCIÓN	
Dispositivo de desconexión interno	Sí
Sistema anti isla	Sí
Sobreintensidad en AC	Sí
Polaridad inversa en DC	Sí
Monitorización de fallo de String	Sí
Descargador sobretensión AC	Tipo II
Descargador sobretensión DC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
COMUNICACIÓN	
Display	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí

MBUS	Sí
RS485	Sí
GENERAL	
Dimensiones	1,035 x 700 x 365 mm
Peso	84 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C - 60°C
Refrigeración	Smart Air Cooling
Altitud máxima de operación sin Derating	4000 m
Humedad relativa	0-100 %
Conexión DC	Staubli MC4 EVO2
Conexión AC	Waterproof conector OT/DT Terminal
Grado de protección	IP66
Topología	Transformerless
NORMATIVA APLICABLES	
Certificada	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61668
Código de Red	IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663 UNE 206007-1, UNE 206006

Se tendrá en cuenta para seleccionar los inversores la tensión de funcionamiento, se elegirá un inversor que trabaje a tensiones elevadas con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc). Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de la red.

Dispondrán además de:

- Protecciones fusibles en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.

- Vigilante de aislamiento AC.
- Kit para soportar huecos de tensión.
- Kit de motorización del seccionador magnetotérmico AC.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra tensión de red fuera de rango.
- Protección contra frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobretensión.
- Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos en la salida.
- Seta de parada de emergencia.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conecta a la red de tierra. Las condiciones ambientales del emplazamiento de la instalación fotovoltaica juegan un papel fundamental. Los entornos de altas temperaturas con altos valores de humedad pueden ser más propensos a la aparición del fenómeno PID.

Cabinas de transformación

Se prevén 480 inversores distribuidos en 14 Cabinas de Transformación. El transformador es de 6600 kVA (25°C), así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. Cada Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga. Estas cabinas de transformación podrán ser tanto en solución interior (contenedor marítimo o edificio) como solución exterior. Cada uno de los centros de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa

- Sistema de ventilación

Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

El transformador elegido deberá ser similar al indicado en la siguiente tabla:

TRANSFORMADOR	
ENTRADA	
Inversores aplicables	SUN2000-185KTL-H1
Potencia AC	6,600 kVA 25°C / 6,300 kVA 40°C / 5,760 kVA 50°C
Max. Cantidad de Inversores	36
Voltaje de Entrada Nominal	800 V
Corriente Máx de entrada a voltaje nominal	2,428 A x 2
Interruptores principales de BT	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 2*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2*18 pcs)
SALIDA	
Tensión nominal de salida	15 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo de transformador	Inmerso en aceite, tipo conservador
Posiciones de transformador	± 2 x 2.5%
Tipo de aceite de transformador	Aceite mineral
Grupo de conexión del transformador	Dy11-y11
Índice de eficiencia máxima-mínima	De acuerdo con EN 50588-1
Pérdidas de vacío del transformador	49,7 kW
Pérdidas de cortocircuito del transformador	4,8 kW
Impedancia (MT-BT1, BT2)	7.5% (0 ~ +10%) a 6,300 kVA
Tipo de celda MT	SF6 aislado con gas, entrada (C o D) -salida (C) -automático (V)
Configuración de celdas MT	CVC o CCV
Transformador auxiliar	Transformador de tipo seco, 5 kVA, Dyn11

Voltaje de salida del transformador BT/BT	400 / 230 v
PROTECCIÓN	
Monitoreo y protección de transformadores	Nivel de aceite, temperatura del aceite, presión y buchholz
Grado de protección de la sala de MT y BT	IP 54
resistencia a arcos internos, celdas MT	IAC A 20 kA 1s
Protección de relé MT	50/51, 50N/51N
Descargador de sobretensión MT	Equipado
Protección contra sobretensiones BT	Tipo I+II
GENERAL	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (contenedor de 20 'HC)
Peso	< 22 t
Rango de temperatura de funcionamiento	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Humedad relativa	0% ~ 95%
Altitud máxima	2000 m
Color del contenedor	RAL 9003
Estándares aplicables	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

Cuadro general de baja tensión (CGBT)

En la presente solución los inversores utilizados serán tipo string. Esto implica que sea necesario realizar un cuadro de conexiones AC para abarcar todas las acometidas de los inversores.

Instalación C.A. Red MT Interna

La red de media tensión interna (localizada dentro de los vallados de la PSFV) canalizada subterráneamente interconecta las Cabinas de Transformación entre ellas, permitiendo evacuar la energía total generada por la planta a través de varias líneas, tras su elevación a 30 kV en los Transformadores de las Cabinas de Transformación. La red se diseña en estrella, por la configuración irregular de la planta, uniendo la línea de salida del primer CT con la entrada del siguiente.

El cableado de media tensión será de aluminio de secciones variables a medida que las distancias e intensidades pasen a través de la línea. El cableado será directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media 1 m. Las zanjas se ejecutarán compactando el terreno de manera apropiada.

Red de puesta a tierra

Las puestas a tierra (p.a.t.) se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

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

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

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencias del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo XXIII “Puesta a Tierra”. Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de 35 mm² directamente enterrado. Con este cable se realizará una red mallada que garantice unos valores de tierra adecuados, según el artículo 9 “Resistencia de Tierra”, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos

Estos valores para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos. Hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación que son accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como: módulos fotovoltaicos, estructura soporte del generador fotovoltaico, envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección. En resumen, se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT y MT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura soporte a través de la tornillería.

- Puesta a tierra de la estructura soporte mediante la conexión del pilar extremo de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm².
- Conexión a tierra de los cuadros de conexión, mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada una de las Cabinas de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de las cabinas de transformación.

Puesta a Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:
- Vigilantes permanentes de aislamiento AC en inversor.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada por la central fotovoltaica sea equipotencial.

Obra civil

A continuación, se describen las obras auxiliares de infraestructura viaria, urbanización y obra civil de la Planta Solar Fotovoltaica.

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las conducciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores, transformadores y seccionamiento de la central fotovoltaica.

Movimiento de tierras

Los terrenos sobre los que se proyecta la instalación se han escogido de forma que tengan una orografía con pendientes lo suficientemente suavizadas para adaptarse a la implantación de los seguidores solares.

En el caso de que puntualmente se necesite actuar sobre una zona concreta, dicha actuación consistirá en la retirada de capa vegetal y en la homogenización de la pendiente que compense el desmonte y terraplén, consiguiendo un volumen neto que minimice el impacto de tierras excedentarias.

También se contemplará el movimiento de tierras necesarios para la ubicación y construcción de las plataformas de los Centros de Transformación, el edificio de O&M de la planta, así como las áreas de campamento y caminos internos.

Cualquier actividad de remoción de terrenos o vegetación se ejecutará bajo prescripciones ambientales y los materiales resultantes serán almacenado o dispuestos según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

Red de viales interiores

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Estos viales de 4 m de ancho estarán formados por una sub-rasante de suelo seleccionado debidamente compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$, una base de zahorra de 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$ y una capa superficial de espesor mínimo 10 cm de un material de diámetro máximo 30 mm compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$.

Se realizará un cajeadado previo de los caminos, de forma que se desbroce y regularice el terreno previamente a la ejecución de la sub-base. Se sanearán todos aquellos puntos donde aparezca terreno blando.

El tráfico que debe soportar este viario durante la fase de explotación de la instalación es muy ligero, reduciéndose al tráfico de vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación de los paneles solares. No obstante, y de forma puntual, podrá ser necesario el acceso de vehículos pesados articulados para el transporte de equipos de gran volumen (componentes de las Cabinas de Transformación).

Drenajes

El ámbito de proyecto se enmarca en la Demarcación Hidrográfica del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

El clima es suave y templado con lluvias cortas y de gran intensidad, que originan cursos irregulares e inestables, característicos de una escorrentía torrencial, con aparición de crecidas y riesgos de inundación.

Se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacue todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno.

El cálculo del sistema de drenaje interno de la planta se realizará según las especificaciones del cliente.

En función del Análisis de Inundación de la Planta fotovoltaica, que depende de topografía y estudio hidrogeológico, con periodo de retorno de 200 años, las áreas de restricciones deben ser definidas de esta manera:

- No se pueden instalar Cabinas en zona de inundación.
- No se pueden instalar estructuras de soportes de Módulos fotovoltaicos en áreas con niveles de inundación superiores a 50 cm.

El tamaño de las zanjas para el sistema de drenaje se definirá teniendo en cuenta el caudal máximo, que se define en el estudio hidrológico e hidráulico para un período de retorno de 10 años, en cualquier caso, el área de la zanja no deberá ser inferior a $0,3 \text{ m}^2$.

El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela.

Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Cimentación para las Cabinas de Transformación

En el parque se llevarán a cabo distintas instalaciones: entre ellas estarán las cabinas de transformación y una zona de edificios prefabricados para el Control y Almacenamiento.

Se instalarán 14 CT, así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos.

Estas cabinas de transformación constan de una plataforma sobre la que van montados el conjunto transformador/celdas de MT, cuadros de B.T., dispositivos de control, y las interconexiones entre los diversos elementos.

Las cimentaciones de las cabinas serán ejecutadas considerando las especificidades del Terreno, las características de las Cabinas de transformación y los aspectos estándar siguientes:

- Preparación de las Plataforma: eliminación de la capa superficial del terreno y excavación necesaria en función de las cargas de la cabina y de las propiedades del suelo y posterior compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$.
- Base: se debe diseñar y construir la base de la cabina de acuerdo con los detalles proporcionados por el fabricante y teniendo en cuenta las propiedades del suelo y las normas locales.
- En general el requisito mínimo para el terraplén de la cimentación debe ser el siguiente: se establecerá una base de zahorra de al menos 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$.
- Losa de hormigón: Se dispondrá una losa de hormigón armado calculada según con los estándares y códigos locales.
- Capa Superficial: capa de 10 cm de material de diámetro máximo 30 mm, compactada para llegar a un nivel de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$ que será aplicada alrededor de la Cabina.

Por tema de instalación, alrededor de la cimentación de la Cabina, se deberá tener en cuenta una plataforma de mínimo 1,5 m alrededor de la misma para acceder a sus puertas. El material de la plataforma será terreno natural debidamente compactado.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Se instalará un cerramiento de malla anudada cingética. Este cerramiento de 2 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 300x300x400 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 5 x 2 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

La mínima distancia horizontal a los cauces desde el vallado que delimita el perímetro de la planta, en las condiciones de máxima crecida ordinaria, cumplirá las distancias fijadas por la reglamentación vigente.

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema propuesto está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado.

Sistema de monitorización y control

El sistema de monitorización y control estará compuesto por una aplicación SCADA (Supervisory control and Data Acquisition) y un sistema de control de planta PPC (Power Plant Controller) alojados en un servidor local instalado en la Sala de Control del Edificio O&M de la planta. Además de los componentes principales, el sistema estará constituido por varias unidades remotas instaladas en cada bloque del inversor, que adquieren datos generados por inversores y dispositivos de medición y protección de campo.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores
- Voltaje de entrada y salida de los inversores
- Estado de los inversores
- Contadores de medición de datos
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas

Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e estaciones meteorológicas.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir Tª de dos módulos fotovoltaicos (PT100).
- Anemómetro.

- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos. La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 132 kV del edificio de la subestación de ENVATIOS XXIV. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 (>10 MW) la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

Sistema de control de planta

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora de todos los inversores de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será la posición de la Subestación de Interconexión. En ningún caso se sobrepasarán los 70 MW en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso 70 MW. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, o bien una señal de imitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva

- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

Edificio de O&M / Almacén

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares y constará al menos de las siguientes instalaciones:

- Cocina
- Baño
- Área de almacenamiento de residuos
- Almacén (contenedor independiente)
- Oficina y sala de reuniones. Estas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local
- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados los servidores del SCADA y todo el equipamiento de BT
- Estacionamiento

Edificio O&M

Se utilizarán módulos prefabricados para el edificio O&M. Los módulos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc.; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El tamaño y las características de las instalaciones se diseñarán en base a las especificaciones técnicas del Promotor y acorde a los MWp instalados en la Planta FV.

Almacén

El almacén podría dividirse en dos edificios separados:

- Un edificio principal.
- Un edificio secundario (cuando sea necesario, de acuerdo con las condiciones locales y el alcance acordado con el cliente).

El diseño de ambos edificios cumplirá con los estándares internacionales y también cumplirá con las regulaciones locales: los edificios, las estanterías y toda la estructura civil se diseñarán de conformidad con la regulación sísmica.

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El almacén principal, ubicado fuera del edificio O&M y adosado al mismo, será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma que se utilizará para almacenar componentes principales, repuestos de plantas solares, consumibles (excluidos los módulos fotovoltaicos). El almacén tendrá una entrada para vehículos con una dimensión de 5,8 m (alto) y 4,2 m (ancho). El almacén también tendrá una entrada de personal de 1 m (ancho) x 2.00 m (alto).

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Los baños deberán contar con agua potable. La instalación de fontanería garantizará agua fría y caliente con una reserva de al menos 100 litros.

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de climatización controlado por termostato en oficinas, salas de reuniones y sala de BT que permita a los operadores trabajar en unas condiciones óptimas de humedad y temperatura.

Los baños y cocina deben tener una ventilación natural al igual que el almacén y las salas de baja tensión y de generador y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

Sistema de seguridad anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos.

Sistema de protección contra incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

- Señalización de evacuación y métodos de protección
- Extintores
- Detección del fuego y sistema de alarma

Instalación eléctrica

Baja Tensión: Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares: El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra: La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación: Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia: La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

INSTALACIONES DE TRABAJO TEMPORAL

La principal infraestructura temporal en la planta FV es el campamento de Obra ("Site Camp"), que estará compuesto por las siguientes instalaciones:

- Área de Oficinas, que incluye:
 - Oficinas y Sala Reuniones
 - Centro de Primeros Auxilios
 - Baños y áreas de aseos
- Comedor con cocina
- Áreas de descanso
- Estacionamiento para coches y otros vehículos de obra
- Área de control de los Accesos al área de campamento
- Área de descarga de material
- Almacenes de material para la construcción (con su vallado independiente)
- Almacenes temporales de residuos (con su vallado independiente)
- Almacenes de combustible para vehículos de obra (con su vallado independiente)
- Almacenes de Agua para construcción
- Área para grupo electrógeno (con su vallado independiente)

Los campamentos tendrán los siguientes sistemas o infraestructuras, que deberán ser realizados según normativa internacional y local:

- Vallado perimetral temporal y para Áreas de Oficinas que debe estar segregada de las demás instalaciones
- Sistema de protección de detección y contra incendios
- Sistema de iluminación (externo e interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de aire acondicionado (interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de puesta a tierra

- Sistema de protección contra rayos
- Sistema de agua sanitaria (a través de tanque), con sistema de tratamiento de agua doméstica
- Sistema de vigilancia de área de oficinas

Todas las áreas tendrán señalización y vigilancia las 24 horas del día, desde el inicio de la obra, hasta el final de la construcción.

La superficie aproximada de la instalación de trabajo temporal será de 20.566 m².

1.3.2.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2"

La Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2", está formada por dos zonas ubicadas la primera en Mejorada del Campo y la segunda en Valdilecha en la Comunidad de Madrid, con una superficie total de unas 293,50 ha. La planta solar fotovoltaica (2 zonas) tiene las siguientes características:

PSFV "ENVATIOS XXIV-FASE 1". CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Potencia nominal en el Punto de Interconexión	70 MWn
Potencia instalada	84 MWp
Superficie total de la planta	293,5 ha
Superficie total ocupada por los módulos	43,86 ha
Longitud de viales interiores	9.735 m
Longitud de vallado perimetral	28.644 m
Accesos a la planta	10

El sistema solar fotovoltaico se divide en los siguientes subsistemas:

- Generador fotovoltaico.
- Estructura soporte.
- Instalación eléctrica CC
- Inversor solar
- Cabina de transformación
- Instalación eléctrica CA. Red MT
- Puesta a tierra
- Obra Civil
- Vallado y sistema de seguridad
- Monitorización y control
- Edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). Almacén
- Instalación de trabajo temporal

Generador fotovoltaico

La energía fotovoltaica utiliza parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad.

El generador fotovoltaico es el dispositivo encargado de transformar la radiación solar en electricidad. Está constituido por una asociación serie-paralelo de módulos que, a su vez, son el resultado de una agrupación serie-paralelo de células solares.

Las células están formadas por materiales semiconductores como el silicio. Al incidir la luz del sol sobre la superficie de la célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del material semiconductor, para así poder circular dentro del sólido.

La energía fotovoltaica es producto de la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación se produce en unos elementos denominados módulos fotovoltaicos.

En las células fotovoltaicas que conforman dichos paneles, la radiación solar excita los electrones de un elemento semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener tensiones mayores que generarán intensidades dependiendo de la resistencia que se le oponga.

La instalación se diseñará para un dimensionamiento óptimo, con lo que se consigue maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización.

El generador fotovoltaico estará formado por 182.000 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino capaces de entregar una potencia de 500 Wp en condiciones estándar y con una eficiencia de alrededor del 20,7 %, fijados a una estructura móvil con una inclinación variable de los módulos, siendo la potencia pico de la instalación 91,00 MWp. El módulo fotovoltaico cuenta con las siguientes características:

- 110 células.
- Bifacial.
- Última generación.
- Degradación lineal.
- Resistente al PID.
- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EM-61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por un laboratorio reconocido.
- Certificados según las normas: IEC 61.215 (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación) y IEC 61.730 (Cualificación de la seguridad eléctrica de los módulos).
- Tolerancia positiva.
- Fabricante primer nivel. Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 y ISO 14001.

En la siguiente tabla se resumen las características generales tipo para un módulo de referencia:

Módulo fotovoltaico. Condiciones STC	
Fabricante	Trina o similar
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Nº Células	150
Potencia Módulo	500 Wp
Vmp Módulo	43,4 V
Imp Módulo	11,53 A
Voc Módulo	51,5 V
Isc Módulo	12,13 A
Vmax sistema	1.500 V
dPmax/dT	-0,350 %/°C
dVoc/dT	-0,250 %/°C
dIsc/dT	0,040 %/°C
TONC	41,0°C

(*) Condiciones Estándar de Medida (STC) son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar: 1000 W/m², Distribución espectral: AM 1,5G y Temperatura de célula: 25 °C

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo.

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

Estructura de soporte

La estructura soporte es el elemento mecánico que sujeta los módulos fotovoltaicos para instalarlos sobre el terreno. Tiene las funciones principales de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, así como proporcionarles la inclinación y orientación adecuadas, con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

En el caso de la planta fotovoltaica, se plantea el montaje de una estructura con seguimiento solar. Un tracker de eje horizontal que proporcionan un rango de seguimiento de ± 55°. La estructura metálica cuenta con las siguientes características:

- Estructura de acero conformado en frío calidad S-275 o S355.
- Tratamiento superficial de la superficie de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión de acuerdo a la Norma EN ISO 1.461:2009 o ASTM A123/A123M-15.
- Sin soldaduras o cortes a realizar en destino. 100% de las uniones son con tornillería galvanizada acorde a la Norma UNE-EN-ISO 1461.
- Tornillería del módulo: acero inoxidable.
- Elemento aislante se puede incluir entre el marco de aluminio del panel y la estructura galvanizada con el fin de asegurar que no se produzca la corrosión galvánica.
- Se deben realizar Pull-Out Test para definir la profundidad de hincado.
- La estructura metálica se establece con la siguiente configuración de 1 módulo en vertical en una fila de 56, eléctricamente en series de 28.

Las características técnicas generales del seguidor:

ESTRUCTURA DE SOPORTE	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	
Fabricante	PVHardware o similar
Modelo	AXONEDUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Dirección del módulo	Vertical
Nº de módulos transversales	1

ESTRUCTURA DE SOPORTE	
Nº de módulos longitudinales	56
Nº mesas / motor	2
Configuración de la mesa	2x[1x56] Vertical
Módulos / mesa	56
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Nº strings / mesa	2
Pitch [m]	6,22
Distancia libre entre módulos [m]	4,03
Características de la Estructura	
Algoritmo del seguidor	Astronómico con Backtracking
Margen de error del seguidor	±1º
Configuración de red	Maestro - esclavo
Configuración de Software	Configuración paramétrica
Fuente de Alimentación y base de datos	Cableada o inalámbrica
SCADA	Sí
Sistema de protección frente al viento	Sí, configurable
Tiempo a posición de bandera	3 minutos aproximadamente

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Fijación al terreno

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Las estructuras hincadas, permiten el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón. Se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo obra civil (excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.). Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno.

Para la ejecución de los trabajos de hincado se utilizará maquinaria especializada, máquina hincaposte, que satisface las exigencias del hincado de postes en condiciones difíciles, en campo abierto y con pendientes importantes.

La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.

En caso de no poder hincar directamente, se realizará un pre-taladro previo, recurriéndose a relleno de hormigón e inserción del poste únicamente en aquellos casos donde las características geotécnicas del terreno no permitan la cimentación por hincas directas.

Separación entre filas

La separación entre filas será de 6,22 m entre puntos homólogos equivalentes de seguidores contiguos (pitch).

El control del seguidor hará un movimiento de back-tracking que evita el sombreado entre filas consecutivas, disminuyendo la inclinación de los módulos a primeras horas del día y a últimas horas de la tarde.

La parte inferior del marco de los módulos de la fila inferior deberá tener una distancia mínima de 0,5 m con respecto al punto más próximo donde pueda crecer vegetación, para evitar sombras y salpicaduras.

Instalación eléctrica de Baja Tensión

La infraestructura eléctrica de CC de la Instalación fotovoltaica abarcará desde los módulos al inversor:

- Campo Solar, conexión de strings.
- Cajas de conexión string-inverter.

En este caso, se ha considerado una solución basada en inversores tipo string. En la siguiente tabla se recogen las características generales de la instalación eléctrica de Baja Tensión de la planta fotovoltaica:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	
POTENCIAS RESUMEN	
Potencia Pico de Planta	91,00 MWp
Potencia Nominal en Punto Interconexión	70,00 MW
Ratio DC / AC	1,30f
Potencia Instalada módulos (cara delantera)	91,00 MWp
Potencia Instalada módulos (cara trasera)	63,70 MWp
Potencia Instalada módulos (total)	154,70 MWp
Potencia Instalada Inversores	84,00 MW
Potencia Instalada Proyecto	84,00 MW
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Trina
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Tecnología	Bifacial
Potencia Pico Módulos (cara delantera)	500 Wp
Módulos / String	28
Nº de Strings	6.500
Nº de Módulos	182.000
INVERSORES FOTOVOLTAICOS	

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-185KTL-H1
Potencia de inversor (nominal)	175 kW
Potencia de inversor (máxima aparente)	185 kVA
Nº de Inversores	481
Nº total de Centros de Transformación	14 CT (max 36 inversores)
Total Potencia de Inversores (nominal)	84,00 MW
ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA	
Fabricante	PVHardware
Modelo	AXONE DUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Configuración mesa	2x[1x56] Portrait
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Pitch [m]	6,22
Módulos / mesa	56
Nº de mesas	3.250

El conexionado en serie de los módulos se realiza conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente en serie. El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo de la serie y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo de la serie, de tal forma que ambos terminales corresponderán a dos de los módulos adyacentes al motor del seguidor, facilitando el cableado y acortando las longitudes de cables necesarias, y por tanto las pérdidas.

Cada serie dará una corriente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas y estarán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizará con terminales tipo MultiContact o similar, que incorporan los propios módulos fotovoltaicos en sus cajas de conexiones, de manera que se facilita la instalación y se aseguran la durabilidad y seguridad de las conexiones.

El conductor de baja tensión CC que se utilizará para la conexión de los módulos fotovoltaicos en la formación de strings y conectar éstos al inversor es de cobre del tipo RV-K 0,6/1 kV de sección variable entre 4 mm² y 10 mm² según cálculo en instalación al aire y enterrado en tubos. Los cables solares estarán certificados de acuerdo con TÜV 2Pfg 1169 / 08.2007 y / o EN 50618: 2014.

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto a los perfiles que constituyen la estructura del seguidor, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta la caja concentradora.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los propios módulos, donde la temperatura puede alcanzar de 70 a 80 °C. Por esta razón estos cables deben de ser capaces de soportar temperaturas elevadas y rayos ultravioletas cuando se instalan a la vista. Por lo tanto, se utilizan cables especiales, por lo general cables unipolares con envoltura de goma y aislamiento, tensión nominal de 0,6 / 1 kV, una temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 120 °C y alta resistencia a la radiación UV.

El cableado CA que une los inversores string con los CT será de aluminio en instalación directamente enterrado en zanja, con secciones que varían en función a su longitud entre 95 y 400 mm² acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia dependiendo del número de String por cada inversor.

Las protecciones en los conductores se realizarán mediante fusibles, seccionadores y protecciones contra sobretensión en los inversores de string y a la entrada de los CT.

Inversor fotovoltaico

El inversor es otro de los componentes de la instalación fotovoltaica y será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red. Desde la salida del inversor se evacuará la energía al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida para la red de Media Tensión de la central.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el inversor comienza a inyectar a la red.

El inversor trabaja de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede del generador fotovoltaico, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de suministro. Se instalarán 480 inversores, que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos. Se presenta a modo orientativo las características de un inversor string tipo:

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-185KTL-H1)	
EFICIENCIA	
Eficiencia máxima	0,9903
Eficiencia Europea	0,9869
ENTRADA	
Máxima tensión	1500 V
Máxima corriente por MPPT	26 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Tensión de arranque	550 V
Rango de tensión de operación de MPPT	500 V - 1500 V
Tensión nominal	1080 V
Nº de entradas	18
Nº de MPPT	9
SALIDA	
Potencia activa nominal	175000 W a 40°C, 168000 W a 45°C, 150000 W a 50°C
Potencia aparente máxima	185000 VA
Potencia activa máxima (cosΦ=1)	185000 W
Tensión nominal	800 V, 3W + PE

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR (SUN2000-185KTL-H1)	
Frecuencia de red	50/60 Hz
Corriente nominal	126,3 A a 40°C, 121,3 A a 45°C, 108,3 A a 50°C
Corriente máxima	134,9 A
Factor de potencia ajustable	0,8 LG ... 0,8 LD
Distorsión armónica máxima	< 3 %
PROTECCIÓN	
Dispositivo de desconexión interno	Sí
Sistema anti isla	Sí
Sobreintensidad en AC	Sí
Polaridad inversa en DC	Sí
Monitorización de fallo de String	Sí
Descargador sobretensión AC	Tipo II
Descargador sobretensión DC	Tipo II
Detección de resistencia de aislamiento	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí
COMUNICACIÓN	
Display	Indicadores LED, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Sí
MBUS	Sí
RS485	Sí
GENERAL	
Dimensiones	1,035 x 700 x 365 mm
Peso	84 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C - 60°C
Refrigeración	Smart Air Cooling
Altitud máxima de operación sin Derating	4000 m
Humedad relativa	0-100 %
Conexión DC	Staubli MC4 EVO2
Conexión AC	Waterproof conector OT/DT Terminal
Grado de protección	IP66
Topología	Transformerless
NORMATIVA APLICABLES	
Certificada	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Código de Red	IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1663
	UNE 206007-1, UNE 206006

Se tendrá en cuenta para seleccionar los inversores la tensión de funcionamiento, se elegirá un inversor que trabaje a tensiones elevadas con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc).

Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de la red.

Dispondrán además de:

- Protecciones fusibles en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.
- Vigilante de aislamiento AC.
- Kit para soportar huecos de tensión.
- Kit de motorización del seccionador magnetotérmico AC.
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra tensión de red fuera de rango.
- Protección contra frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobret temperatura.
- Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos en la salida.
- Seta de parada de emergencia.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conecta a la red de tierra. Las condiciones ambientales del emplazamiento de la instalación fotovoltaica juegan un papel fundamental. Los entornos de altas temperaturas con altos valores de humedad pueden ser más propensos a la aparición del fenómeno PID.

Cabinas de transformación

Se prevén 480 inversores distribuidos en 14 Cabinas de Transformación. El transformador es de 6.600 kVA (25°C), así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. Cada Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga. Estas cabinas de transformación podrán ser tanto en solución interior (contenedor marítimo o edificio) como solución exterior.

Cada uno de los centros de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

El transformador elegido deberá ser similar al indicado en la siguiente tabla:

TRANSFORMADOR	
ENTRADA	
Inversores aplicables	SUN2000-185KTL-H1
Potencia AC	6,600 kVA 25°C / 6,300 kVA 40°C / 5,760 kVA 50°C
Max. Cantidad de Inversores	36
Voltaje de Entrada Nominal	800 V
Corriente Máxima de entrada a voltaje nominal	2,428 A x 2
Interruptores principales de BT	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 2*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 2*18 pcs)
SALIDA	
Tensión nominal de salida	15 kV
Frecuencia	50 Hz
Tipo de transformador	Inmerso en aceite, tipo conservador
Posiciones de transformador	± 2 x 2.5%
Tipo de aceite de transformador	Aceite mineral
Grupo de conexión del transformador	Dy11-y11
Índice de eficiencia máxima-mínima	De acuerdo con EN 50588-1
Pérdidas de vacío del transformador	49,7 kW
Pérdidas de cortocircuito del transformador	4,8 kW
Impedancia (MT-BT1, BT2)	7.5% (0 ~ +10%) a 6,300 kVA
Tipo de celda MT	SF6 aislado con gas, entrada (C o D) -salida (C) -automático (V)
Configuración de celdas MT	CVC o CCV
Transformador auxiliar	Transformador de tipo seco, 5 kVA, Dyn11
Voltaje de salida del transformador BT/BT	400 / 230 v
PROTECCIÓN	
Monitoreo y protección de transformadores	Nivel de aceite, temperatura del aceite, presión y buchholz
Grado de protección de la sala de MT y BT	IP 54
resistencia a arcos internos, celdas MT	IAC A 20 kA 1s
Protección de relé MT	50/51, 50N/51N
Descargador de sobretensión MT	Equipado
Protección contra sobretensiones BT	Tipo I+II
GENERAL	
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (contenedor de 20 'HC)
Peso	< 22 t
Rango de temperatura de funcionamiento	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Humedad relativa	0% ~ 95%
Altitud máxima	2000 m
Color del contenedor	RAL 9003
Estándares aplicables	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF₆, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por

una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

Cuadro general de baja tensión (CGBT)

En la presente solución los inversores utilizados serán tipo string. Esto implica que sea necesario realizar un cuadro de conexiones AC para abarcar todas las acometidas de los inversores.

Instalación C.A. Red MT Interna

La red de media tensión interna (localizada dentro de los vallados de la PSFV) canalizada subterráneamente interconecta las Cabinas de Transformación entre ellas, permitiendo evacuar la energía total generada por la planta a través de varias líneas, tras su elevación a 30 kV en los Transformadores de las Cabinas de Transformación. La red se diseña en estrella, por la configuración irregular de la planta, uniendo la línea de salida del primer CT con la entrada del siguiente.

El cableado de media tensión será de aluminio de secciones variables a medida que las distancias e intensidades pasen a través de la línea. El cableado será directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media 1 m. Las zanjas se ejecutarán compactando el terreno de manera apropiada.

Para unir eléctricamente los CTs situados en vallados que están alejados de la subestación, o aislados, se proyectan dos líneas subterráneas de evacuación en 30kV para cada una de las subestaciones.

Red de puesta a tierra

Las puestas a tierra (p.a.t.) se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

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

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

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencias del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo XXIII "Puesta a Tierra". Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de 35 mm² directamente enterrado. Con este cable se realizará una red

mallada que garantice unos valores de tierra adecuados, según el artículo 9 “Resistencia de Tierra”, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos

Estos valores para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos. Hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación que son accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como: módulos fotovoltaicos, estructura soporte del generador fotovoltaico, envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección. En resumen, se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT y MT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura soporte a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura soporte mediante la conexión del pilar extremo de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm².
- Conexión a tierra de los cuadros de conexión, mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada una de las Cabinas de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de las cabinas de transformación.

Puesta a Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Vigilantes permanentes de aislamiento AC en inversor.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada por la central fotovoltaica sea equipotencial.

Obra civil.

A continuación, se describen las obras auxiliares de infraestructura viaria, urbanización y obra civil de la Planta Solar Fotovoltaica.

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las conducciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores, transformadores y seccionamiento de la central fotovoltaica.

Movimiento de tierras

Los terrenos sobre los que se proyecta la instalación se han escogido de forma que tengan una orografía con pendientes lo suficientes suavizadas para adaptarse a la implantación de los seguidores solares.

En el caso de que puntualmente se necesite actuar sobre una zona concreta, dicha actuación consistirá en la retirada de capa vegetal y en la homogenización de la pendiente que compense desmonte y terraplén, consiguiendo un volumen neto que minimice el impacto de tierras excedentarias.

También se contemplará el movimiento de tierras necesarios para la ubicación y construcción de las plataformas de los Centros de Transformación, el edificio de O&M de la planta, así como las áreas de campamento y caminos internos.

Cualquier actividad de remoción de terrenos o vegetación se ejecutará bajo prescripciones ambientales y los materiales resultantes serán almacenado o dispuestos según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

Red de viales interiores

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Estos viales de 4 m de ancho estarán formados por una sub-rasante de suelo seleccionado debidamente compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$, una base de zahorra de 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$ y una capa superficial de espesor mínimo 10 cm de un material de diámetro máximo 30 mm compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$.

Se realizará un cajeadado previo de los caminos, de forma que se desbroce y regularice el terreno previamente a la ejecución de la sub-base. Se sanearán todos aquellos puntos donde aparezca terreno blando.

El tráfico que debe soportar este viario durante la fase de explotación de la instalación es muy ligero, reduciéndose al tráfico de vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación de los paneles solares. No obstante, y de forma puntual, podrá ser necesario el acceso de vehículos pesados articulados para el transporte de equipos de gran volumen (componentes de las Cabinas de Transformación).

Drenajes

El ámbito de proyecto se enmarca en la demarcación Hidrográfica del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

El clima es suave y templado con lluvias cortas y de gran intensidad, que originan cursos irregulares e inestables, característicos de una escorrentía torrencial, con aparición de crecidas y riesgos de inundación.

Se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacue todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno.

El cálculo del sistema de drenaje interno de la planta se realizará según las especificaciones del cliente.

En función del Análisis de Inundación de la Planta fotovoltaica, que depende de topografía y estudio hidrogeológico, con periodo de retorno de 200 años, las áreas de restricciones deben ser definidas de esta manera:

- No se pueden instalar Cabinas en zona de inundación.
- No se pueden instalar estructuras de soportes de Módulos fotovoltaicos en áreas con niveles de inundación superiores a 50 cm.

El tamaño de las zanjas para el sistema de drenaje se definirá teniendo en cuenta el caudal máximo, que se define en el estudio hidrológico e hidráulico para un período de retorno de 10 años, en cualquier caso, el área de la zanja no deberá ser inferior a 0,3 m².

El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela.

Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Cimentación para las Cabinas de Transformación

En el parque se llevarán a cabo distintas instalaciones: entre ellas estarán las cabinas de transformación y una zona de edificios prefabricados para el Control y Almacenamiento.

Se instalarán 14 CT, así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos.

Estas cabinas de transformación constan de una plataforma sobre la que van montados el conjunto transformador/celdas de MT, cuadros de B.T., dispositivos de control, y las interconexiones entre los diversos elementos.

Las cimentaciones de las cabinas serán ejecutadas considerando las especificidades del Terreno, las características de las Cabinas de transformación y los aspectos estándar siguientes:

- Preparación de las Plataformas: eliminación de la capa superficial del terreno y excavación necesaria en función de las cargas de la cabina y de las propiedades del suelo y posterior compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$.
- Base: se debe diseñar y construir la base de la cabina de acuerdo con los detalles proporcionados por el fabricante y teniendo en cuenta las propiedades del suelo y las normas locales.
- En general el requisito mínimo para el terraplén de la cimentación debe ser el siguiente: se establecerá una base de zahorra de al menos 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$.
- Losa de hormigón: Se dispondrá una losa de hormigón armado calculada según con los estándares y códigos locales.
- Capa Superficial: capa de 10 cm de material de diámetro máximo 30 mm, compactada para llegar a un nivel de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$ que será aplicada alrededor de la Cabina.

Por tema de instalación, alrededor de la cimentación de la Cabina, se deberá tener en cuenta una plataforma de mínimo 1,5 m alrededor de la misma para acceder a sus puertas. El material de la plataforma será terreno natural debidamente compactado.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Se instalará un cerramiento de malla anudada cingética. Este cerramiento de 2 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 300x300x400 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 5 x 2 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

La mínima distancia horizontal a los cauces desde el vallado que delimita el perímetro de la planta, en las condiciones de máxima crecida ordinaria, cumplirá las distancias fijadas por la reglamentación vigente.

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema propuesto está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado.

Sistema de monitorización y control

El sistema de monitorización y control estará compuesto por una aplicación SCADA (Supervisory control and Data Acquisition) y un sistema de control de planta PPC (Power Plant Controller) alojados en un servidor local instalado en la Sala de Control del Edificio O&M de la planta. Además de los componentes principales, el sistema estará constituido por varias unidades remotas instaladas en cada bloque del inversor, que adquieren datos generados por inversores y dispositivos de medición y protección de campo.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la

Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores
- Voltaje de entrada y salida de los inversores
- Estado de los inversores
- Contadores de medición de datos
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas

Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e estaciones meteorológicas.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir T^a de dos módulos fotovoltaicos (PT100).
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 132 kV del edificio de la subestación de ENVATIOS XXIV. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 (>10 MW) la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

Sistema de control de planta

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora de todos los inversores de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será la posición de la Subestación de Interconexión.

En ningún caso se sobrepasarán los **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva
- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

Edificio de O&M / Almacén

Características generales

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares y constará al menos de las siguientes instalaciones:

- Cocina
- Baño
- Área de almacenamiento de residuos
- Almacén (contenedor independiente)
- Oficina y sala de reuniones. Estas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local
- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados los servidores del SCADA y todo el equipamiento de BT
- Estacionamiento

Edificio O&M

Se utilizarán módulos prefabricados para el edificio O&M. Los módulos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc.; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El tamaño y las características de las instalaciones se diseñarán en base a las especificaciones técnicas del Promotor y acorde a los MWp instalados en la Planta FV.

Almacén

El almacén podría dividirse en dos edificios separados:

- Un edificio principal.
- Un edificio secundario (cuando sea necesario, de acuerdo con las condiciones locales y el alcance acordado con el cliente).

El diseño de ambos edificios cumplirá con los estándares internacionales y también cumplirá con las regulaciones locales: los edificios, las estanterías y toda la estructura civil se diseñarán de conformidad con la regulación sísmica.

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El almacén principal, ubicado fuera del edificio O&M y adosado al mismo, será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma que se utilizará para almacenar componentes principales, repuestos de plantas solares, consumibles (excluidos los módulos fotovoltaicos). El almacén tendrá una entrada para vehículos con una dimensión de 5,8 m (alto) y 4,2 m (ancho). El almacén también tendrá una entrada de personal de 1 m (ancho) x 2.00 m (alto).

Ejemplo de edificio tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor.

Superficie construida aprox. = 255 m²

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Los baños deberán contar con agua potable. La instalación de fontanería garantizará agua fría y caliente con una reserva de al menos 100 litros.

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de climatización controlado por termostato en oficinas, salas de reuniones y sala de BT que permita a los operadores trabajar en unas condiciones óptimas de humedad y temperatura.

Los baños y cocina deben tener una ventilación natural al igual que el almacén y las salas de baja tensión y de generador y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

Sistema de seguridad anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos.

Sistema de protección contra incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

- Señalización de evacuación y métodos de protección
- Extintores
- Detección del fuego y sistema de alarma

Instalación eléctrica

Baja Tensión: Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares: El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra: La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación: Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia: La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

Instalaciones de trabajo temporal

La principal infraestructura temporal en la planta FV es el campamento de Obra ("Site Camp"), que estará compuesto por las siguientes instalaciones:

- Área de Oficinas, que incluye:
 - Oficinas y Sala Reuniones
 - Centro de Primeros Auxilios
 - Baños y áreas de aseos
 - Comedor con cocina
- Áreas de descanso
- Estacionamiento para coches y otros vehículos de obra
- Área de control de los Accesos al área de campamento
- Área de descarga de material
- Almacenes de material para la construcción (con su vallado independiente)
- Almacenes temporales de residuos (con su vallado independiente)
- Almacenes de combustible para vehículos de obra (con su vallado independiente)
- Almacenes de Agua para construcción
- Área para grupo electrógeno (con su vallado independiente)

Los campamentos tendrán los siguientes sistemas o infraestructuras, que deberán ser realizados según normativa internacional y local:

- Vallado perimetral temporal y para Áreas de Oficinas que debe estar segregada de las demás instalaciones
- Sistema de protección de detección y contra incendios
- Sistema de iluminación (externo e interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de aire acondicionado (interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de protección contra rayos
- Sistema de agua sanitaria (a través de tanque), con sistema de tratamiento de agua doméstica
- Sistema de vigilancia de área de oficinas

Todas las áreas tendrán señalización y vigilancia las 24 horas del día, desde el inicio de la obra, hasta el final de la construcción. La superficie aproximada de la instalación de trabajo temporal será de 21.000 m².

1.3.2.3 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3"

La Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3", está ubicada en Torres de la Alameda en la Comunidad de Madrid. La planta solar fotovoltaica tiene las siguientes características:

PSFV "ENVATIOS XXIV-FASE 1". CARACTERÍSTICAS GENERALES	
Potencia nominal en el Punto de Interconexión	60 MWn
Potencia instalada	71,58 MWp
Superficie total de la planta	265,2 ha
Superficie total ocupada por los módulos	37,57 ha
Longitud de viales interiores	6.000 m
Longitud de vallado perimetral	26.525 m
Accesos a la planta	9

El sistema solar fotovoltaico se divide en los siguientes subsistemas:

- Generador fotovoltaico.
- Estructura soporte.
- Instalación eléctrica CC
- Inversor solar
- Cabina de transformación
- Instalación eléctrica CA. Red MT
- Puesta a tierra
- Obra Civil
- Vallado y sistema de seguridad
- Monitorización y control
- Edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). Almacén
- Instalación de trabajo temporal

Generador fotovoltaico

La energía fotovoltaica utiliza parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad.

El generador fotovoltaico es el dispositivo encargado de transformar la radiación solar en electricidad. Está constituido por una asociación serie-paralelo de módulos que, a su vez, son el resultado de una agrupación serie-paralelo de células solares.

Las células están formadas por materiales semiconductores como el silicio. Al incidir la luz del sol sobre la superficie de la célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del material semiconductor, para así poder circular dentro del sólido.

La energía fotovoltaica es producto de la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Esta transformación se produce en unos elementos denominados módulos fotovoltaicos. En las células fotovoltaicas que conforman dichos paneles, la radiación solar excita los electrones de

un elemento semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener tensiones mayores que generarán intensidades dependiendo de la resistencia que se le oponga.

La instalación se diseñará para un dimensionamiento óptimo, con lo que se consigue maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización.

El generador fotovoltaico estará formado por 155.904 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino capaces de entregar una potencia de 500 Wp en condiciones estándar y con una eficiencia de alrededor del 20,7 %, fijados a una estructura móvil con una inclinación variable de los módulos, siendo la potencia pico de la instalación 77,95 MWp. El módulo fotovoltaico cuenta con las siguientes características:

- 110 células.
- Bifacial.
- Última generación.
- Degradación lineal.
- Resistente al PID.
- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EM-61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por un laboratorio reconocido.
- Certificados según las normas: IEC 61.215 (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación) y IEC 61.730 (Cualificación de la seguridad eléctrica de los módulos).
- Tolerancia positiva.
- Fabricante primer nivel. Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 y ISO 14001.

En la siguiente tabla se resumen las características generales tipo para un módulo de referencia:

Módulo fotovoltaico. Condiciones STC	
Fabricante	Trina o similar
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Nº Células	150
Potencia Módulo	500 Wp
Vmp Módulo	43,4 V
Imp Módulo	11,53 A
Voc Módulo	51,5 V
Isc Módulo	12,13 A
Vmax sistema	1.500 V
dPmax/dT	-0,350 %/°C
dVoc/dT	-0,250 %/°C
dIsc/dT	0,040 %/°C
TONC	41,0°C

(*) Condiciones Estándar de Medida (STC) son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar: 1000 W/m², Distribución espectral: AM 1,5G y Temperatura de célula: 25 °C

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo.

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

Estructura de soporte

Se plantea el montaje de una estructura con seguimiento solar. Un tracker de eje horizontal que proporcionan un rango de seguimiento de ± 55°. La estructura metálica cuenta con las siguientes características:

- Estructura de acero conformado en frío calidad S-275 o S355.
- Tratamiento superficial de la superficie de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión de acuerdo a la Norma EN ISO 1.461:2009 o ASTM A123/A123M-15.
- Sin soldaduras o cortes a realizar en destino. 100% de las uniones son con tornillería galvanizada acorde a la Norma UNE-EN-ISO 1461.
- Tornillería del módulo: acero inoxidable.
- Elemento aislante se puede incluir entre el marco de aluminio del panel y la estructura galvanizada con el fin de asegurar que no se produzca la corrosión galvánica.
- Se deben realizar Pull-Out Test para definir la profundidad de hincado.
- La estructura metálica se establece con la siguiente configuración de 1 módulo en vertical en una fila de 56, eléctricamente en series de 28.

Las características técnicas generales del seguidor:

ESTRUCTURA DE SOPORTE	
CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	
Fabricante	PVHardware o similar
Modelo	AXONEDUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Dirección del módulo	Vertical
Nº de módulos transversales	1
Nº de módulos longitudinales	56
Nº mesas / motor	2
Configuración de la mesa	2x[1x56] Vertical
Módulos / mesa	56

ESTRUCTURA DE SOPORTE	
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Nº strings / mesa	2
Pitch [m]	6,22
Distancia libre entre módulos [m]	4,03
Características de la Estructura	
Algoritmo del seguidor	Astronómico con Backtracking
Margen de error del seguidor	±1º
Configuración de red	Maestro - esclavo
Configuración de Software	Configuración paramétrica
Fuente de Alimentación y base de datos	Cableada o inalámbrica
SCADA	Sí
Sistema de protección frente al viento	Sí, configurable
Tiempo a posición de bandera	3 minutos aproximadamente

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Fijación al terreno

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a éstos de la estructura por medio de pernos. Este tipo de fijaciones serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Las estructuras hincadas, permiten el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón. Se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo obra civil (excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.). Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno.

Para la ejecución de los trabajos de hincado se utilizará maquinaria especializada, máquina hincaposte, que satisface las exigencias del hincado de postes en condiciones difíciles, en campo abierto y con pendientes importantes.

La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.

En caso de no poder hincar directamente, se realizará un pre-taladro previo, recurriéndose a relleno de hormigón e inserción del poste únicamente en aquellos casos donde las características geotécnicas del terreno no permitan la cimentación por hinca directa.

Separación entre filas

La separación entre filas será de 6,22 m entre puntos homólogos equivalentes de seguidores contiguos (pitch).

El control del seguidor hará un movimiento de back-tracking que evita el sombreado entre filas consecutivas, disminuyendo la inclinación de los módulos a primeras horas del día y a últimas horas de la tarde.

La parte inferior del marco de los módulos de la fila inferior deberá tener una distancia mínima de 0,5 m con respecto al punto más próximo donde pueda crecer vegetación, para evitar sombras y salpicaduras.

Instalación eléctrica de Baja Tensión

La infraestructura eléctrica de CC de la Instalación fotovoltaica abarcará desde los módulos al inversor:

- Campo Solar, conexión de strings.
- Cajas de conexión string-inverter.

En la siguiente tabla se recogen las características generales de la instalación eléctrica de Baja Tensión de la planta fotovoltaica:

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	
POTENCIAS RESUMEN	
Potencia Pico de Planta	77,95 MWp
Potencia Nominal en Punto Interconexión	60,00 MW
Ratio DC / AC	1,30f
Potencia Instalada módulos (cara delantera)	77,95 MWp
Potencia Instalada módulos (cara trasera)	54,57 MWp
Potencia Instalada módulos (total)	132,52 MWp
Potencia Instalada Inversores	71,58 MW
Potencia Instalada Proyecto	71,58 MW
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Trina
Modelo	TSM-DEG18MC.20(II)
Tecnología	Bifacial
Potencia Pico Módulos (cara delantera)	500 Wp
Módulos / String	28
Nº de Strings	5.568
Nº de Módulos	155.904
INVERSORES FOTOVOLTAICOS	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-185KTL-H1
Potencia de inversor (nominal)	175 kW
Potencia de inversor (máxima aparente)	185 kVA
Nº de Inversores	409
Nº total de Centros de Transformación	12 CT (max 36 inversores)
Total Potencia de Inversores (nominal)	71,58 MW

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	
ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA	
Fabricante	PVHardware
Modelo	AXONE DUO
Fija / Seguidor	Multi-Tracker
Configuración mesa	2x[1x56] Portrait
Inclinación	±55º
Azimuth	0º
Pitch [m]	6,22
Módulos / mesa	56
Nº de mesas	2.784

El conexionado en serie de los módulos se realiza conectando el terminal positivo de un módulo con el negativo del siguiente en serie. El terminal negativo del primer módulo es el terminal negativo de la serie y el terminal positivo del último módulo es el terminal positivo de la serie, de tal forma que ambos terminales corresponderán a dos de los módulos adyacentes al motor del seguidor, facilitando el cableado y acortando las longitudes de cables necesarias, y por tanto las pérdidas.

Cada serie dará una corriente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas y estarán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

El conexionado entre los módulos fotovoltaicos se realizará con terminales tipo MultiContact o similar, que incorporan los propios módulos fotovoltaicos en sus cajas de conexiones, de manera que se facilita la instalación y se aseguran la durabilidad y seguridad de las conexiones.

El conductor de baja tensión CC que se utilizará para la conexión de los módulos fotovoltaicos en la formación de strings y conectar éstos al inversor es de cobre del tipo RV-K 0,6/1 kV de sección variable entre 4 mm² y 10 mm² según cálculo en instalación al aire y enterrado en tubos. Los cables solares estarán certificados de acuerdo con TÜV 2Pfg 1169 / 08.2007 y / o EN 50618: 2014.

El cableado entre los paneles de cada serie se realizará de un panel al siguiente sujeto a los perfiles que constituyen la estructura del seguidor, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta la caja concentradora.

Los cables que conectan los módulos se fijan por la parte posterior de los propios módulos, donde la temperatura puede alcanzar de 70 a 80 °C. Por esta razón estos cables deben de ser capaces de soportar temperaturas elevadas y rayos ultravioletas cuando se instalan a la vista. Por lo tanto, se utilizan cables especiales, por lo general cables unipolares con envoltura de goma y aislamiento, tensión nominal de 0,6 /1 kV, una temperatura máxima de funcionamiento no inferior a 120 °C y alta resistencia a la radiación UV.

El cableado CA que une los inversores string con los CT será de aluminio en instalación directamente enterrado en zanja, con secciones que varían en función a su longitud entre 95 y 400 mm² acorde a las longitudes de cada circuito para minimizar las pérdidas de voltaje y potencia dependiendo del número de String por cada inversor.

Las protecciones en los conductores se realizarán mediante fusibles, seccionadores y protecciones contra sobretensión en los inversores de string y a la entrada de los CT.

Inversor fotovoltaico

El inversor es otro de los componentes de la instalación fotovoltaica y será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red. Desde la salida del inversor se evacuará la energía al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida para la red de Media Tensión de la central.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el inversor comienza a inyectar a la red.

El inversor trabaja de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede del generador fotovoltaico, por la noche el inversor sólo consume una pequeña cantidad energía procedente de la red de suministro.

Se instalarán 409 inversores, que cumplirán todos los estándares de calidad requeridos.

Se tendrá en cuenta para seleccionar los inversores la tensión de funcionamiento, se elegirá un inversor que trabaje a tensiones elevadas con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc). Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas:

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.
- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos, pantalla para mostrar rendimientos y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de la red.

Dispondrán además de:

- Protecciones fusibles en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en continua.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en alterna.
- Protección contra fallo de aislamiento en continua.
- Vigilante de aislamiento AC.
- Kit para soportar huecos de tensión.
- Kit de motorización del seccionador magnetotérmico AC.

- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra tensión de red fuera de rango.
- Protección contra frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra polaridad inversa.
- Protección contra sobretensión.
- Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos en la salida.
- Seta de parada de emergencia.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conecta a la red de tierra. Las condiciones ambientales del emplazamiento de la instalación fotovoltaica juegan un papel fundamental. Los entornos de altas temperaturas con altos valores de humedad pueden ser más propensos a la aparición del fenómeno PID.

Cabinas de transformación

Se prevén 409 inversores distribuidos en 12 Cabinas de Transformación. El transformador es de 6.500 kVA (40°C), así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. Cada Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga. Estas cabinas de transformación podrán ser tanto en solución interior (contenedor marítimo o edificio) como solución exterior. Cada uno de los centros de transformación tipo incluirá al menos los siguientes componentes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

Celdas de media tensión

Toda la aparatada de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado "Normativa" del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparatada necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de

tensión de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares del gabinete a tensión nominal de 400V 3F + N y 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

UPS

Para asegurar que en todo momento los trackers se moverán a una posición segura incluida una caída de tensión en la red se hace necesario utilizar una UPS.

Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

Cuadro general de baja tensión (CGBT)

En la presente solución los inversores utilizados serán tipo string. Esto implica que sea necesario realizar un cuadro de conexiones AC para abarcar todas las acometidas de los inversores.

Instalación C.A. Red MT Interna

La red de media tensión interna (localizada dentro de los vallados de la PSFV) canalizada subterráneamente interconecta las Cabinas de Transformación entre ellas, permitiendo evacuar la energía total generada por la planta a través de varias líneas, tras su elevación a 30 kV los Transformadores de las Cabinas de Transformación. La red se diseña en estrella, por la configuración irregular de la planta, uniendo la línea de salida del primer CT con la entrada del siguiente.

El cableado de media tensión será de aluminio de secciones variables a medida que las distancias e intensidades pasen a través de la línea. El cableado será directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre cama de arena, de profundidad media 1 m. Las zanjas se ejecutarán compactando el terreno de manera apropiada.

Red de puesta a tierra

Las puestas a tierra (p.a.t.) se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

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

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

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencias del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo XXIII “Puesta a Tierra”. Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de 35 mm² directamente enterrado. Con este cable se realizará una red mallada que garantice unos valores de tierra adecuados, según el artículo 9 “Resistencia de Tierra”, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos

Estos valores para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos. Hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación que son accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como: módulos fotovoltaicos, estructura soporte del generador fotovoltaico, envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

En resumen, se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT y MT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura soporte a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura soporte mediante la conexión del pilar extremo de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm².

- Conexión a tierra de los cuadros de conexión, mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada una de las Cabinas de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de las cabinas de transformación.

Puesta a Tierra de Servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Vigilantes permanentes de aislamiento AC en inversor.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada por la central fotovoltaica sea equipotencial.

Obra civil

A continuación, se describen las obras auxiliares de infraestructura viaria, urbanización y obra civil de la Planta Solar Fotovoltaica.

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las conducciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores, transformadores y seccionamiento de la central fotovoltaica.

Movimiento de tierras

Los terrenos sobre los que se proyecta la instalación se han escogido de forma que tengan una orografía con pendientes lo suficientemente suavizadas para adaptarse a la implantación de los seguidores solares.

En el caso de que puntualmente se necesite actuar sobre una zona concreta, dicha actuación consistirá en la retirada de capa vegetal y en la homogenización de la pendiente que compense el desmonte y terraplén, consiguiendo un volumen neto que minimice el impacto de tierras excedentarias.

También se contemplará el movimiento de tierras necesarios para la ubicación y construcción de las plataformas de los Centros de Transformación, el edificio de O&M de la planta, así como las áreas de campamento y caminos internos.

Cualquier actividad de remoción de terrenos o vegetación se ejecutará bajo prescripciones ambientales y los materiales resultantes serán almacenado o dispuestos según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

Red de viales interiores

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Estos viales de 4 m de ancho estarán formados por una sub-rasante de suelo seleccionado debidamente compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$, una base de zahorra de 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$ y una capa superficial de espesor mínimo 10 cm de un material de diámetro máximo 30 mm compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$.

Se realizará un cajeadado previo de los caminos, de forma que se desbroce y regularice el terreno previamente a la ejecución de la sub-base. Se sanearán todos aquellos puntos donde aparezca terreno blando.

El tráfico que debe soportar este viario durante la fase de explotación de la instalación es muy ligero, reduciéndose al tráfico de vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación de los paneles solares. No obstante, y de forma puntual, podrá ser necesario el acceso de vehículos pesados articulados para el transporte de equipos de gran volumen (componentes de las Cabinas de Transformación).

Drenajes

El ámbito de proyecto se enmarca en la Demarcación Hidrográfica del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

El clima es suave y templado con lluvias cortas y de gran intensidad, que originan cursos irregulares e inestables, característicos de una escorrentía torrencial, con aparición de crecidas y riesgos de inundación.

Se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacue todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno.

El cálculo del sistema de drenaje interno de la planta se realizará según las especificaciones del cliente.

En función del Análisis de Inundación de la Planta fotovoltaica, que depende de topografía y estudio hidrogeológico, con periodo de retorno de 200 años, las áreas de restricciones deben ser definidas de esta manera:

- No se pueden instalar Cabinas en zona de inundación.
- No se pueden instalar estructuras de soportes de Módulos fotovoltaicos en áreas con niveles de inundación superiores a 50 cm.

El tamaño de las zanjas para el sistema de drenaje se definirá teniendo en cuenta el caudal máximo, que se define en el estudio hidrológico e hidráulico para un período de retorno de 10 años, en cualquier caso, el área de la zanja no deberá ser inferior a $0,3 \text{ m}^2$.

El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las

conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela.

Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Cimentación para las Cabinas de Transformación

En el parque se llevarán a cabo distintas instalaciones: entre ellas estarán las cabinas de transformación y una zona de edificios prefabricados para el Control y Almacenamiento.

Se instalarán **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** CT, así como las celdas de protección a sociadas, y la interconexión entre todos los elementos.

Estas cabinas de transformación constan de una plataforma sobre la que van montados el conjunto transformador/celdas de MT, cuadros de B.T., dispositivos de control, y las interconexiones entre los diversos elementos.

Las cimentaciones de las cabinas serán ejecutadas considerando las especificidades del Terreno, las características de las Cabinas de transformación y los aspectos estándar siguientes:

- Preparación de las Plataforma: eliminación de la capa superficial del terreno y excavación necesaria en función de las cargas de la cabina y de las propiedades del suelo y posterior compactación de terreno para llegar a un nivel de deformación $Md=300 \text{ kg/cm}^2$.
- Base: se debe diseñar y construir la base de la cabina de acuerdo con los detalles proporcionados por el fabricante y teniendo en cuenta las propiedades del suelo y las normas locales.
- En general el requisito mínimo para el terraplén de la cimentación debe ser el siguiente: se establecerá una base de zahorra de al menos 20 cm de espesor compactada para llegar a un módulo de deformación $Md=800 \text{ kg/cm}^2$.
- Losa de hormigón: Se dispondrá una losa de hormigón armado calculada según con los estándares y códigos locales.
- Capa Superficial: capa de 10 cm de material de diámetro máximo 30 mm, compactada para llegar a un nivel de deformación $Md=1000 \text{ kg/cm}^2$ que será aplicada alrededor de la Cabina.

Por tema de instalación, alrededor de la cimentación de la Cabina, se deberá tener en cuenta una plataforma de mínimo 1,5 m alrededor de la misma para acceder a sus puertas. El material de la plataforma será terreno natural debidamente compactado.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

a planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Se instalará un cerramiento de malla anudada cinégetica. Este cerramiento de 2 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

Se realizará una señalización de vallado con dispositivos anticolidión de aves.

Se dejará una distancia mínima de cerramiento a suelo de unos 15cm de manera que se permita la circulación de fauna silvestre. También se podrá instalar gateras o pasos de fauna si así se requiere.

La cimentación será aislada por cada poste y se ejecutará mediante dados de hormigón de 300x300x400 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 5 x 2 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

La mínima distancia horizontal a los cauces desde el vallado que delimita el perímetro de la planta, en las condiciones de máxima crecida ordinaria, cumplirá las distancias fijadas por la reglamentación vigente.

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema propuesto está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado.

Sistema de monitorización y control

El sistema de monitorización y control estará compuesto por una aplicación SCADA (Supervisory control and Data Acquisition) y un sistema de control de planta PPC (Power Plant Controller) alojados en un servidor local instalado en la Sala de Control del Edificio O&M de la planta. Además de los componentes principales, el sistema estará constituido por varias unidades remotas instaladas en cada bloque del inversor, que adquieren datos generados por inversores y dispositivos de medición y protección de campo.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores
- Voltaje de entrada y salida de los inversores
- Estado de los inversores
- Contadores de medición de datos
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas

Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e estaciones meteorológicas.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.

- Sondas para medir T^a de dos módulos fotovoltaicos (PT100).
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 132kV del edificio de la subestación. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 (>10 MW) la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,25 y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

Sistema de control de planta

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora de todos los inversores de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será la posición de la Subestación de Interconexión.

En ningún caso se sobrepasarán los **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en el Punto de Interconexión (POI) concedida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

La máxima potencia de inyección permitida será la potencia concedida en el punto de interconexión (POI), en este caso **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, o bien una señal de limitación recibida de la Utility en caso de que se quiera reducir aún más la producción del parque.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia

- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva
- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de seguidores
- Funciones generales de seguridad

Edificio de O&M / Almacén

Características generales

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares y constará al menos de las siguientes instalaciones:

- Cocina
- Baño
- Área de almacenamiento de residuos
- Almacén (contenedor independiente)
- Oficina y sala de reuniones. Estas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local
- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados los servidores del SCADA y todo el equipamiento de BT
- Estacionamiento

Edificio O&M

Se utilizarán módulos prefabricados para el edificio O&M. Los módulos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc.; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El tamaño y las características de las instalaciones se diseñarán en base a las especificaciones técnicas del Promotor y acorde a los MWp instalados en la Planta FV.

Almacén

El almacén podría dividirse en dos edificios separados:

- Un edificio principal.

- Un edificio secundario (cuando sea necesario, de acuerdo con las condiciones locales y el alcance acordado con el cliente).

El diseño de ambos edificios cumplirá con los estándares internacionales y también cumplirá con las regulaciones locales: los edificios, las estanterías y toda la estructura civil se diseñarán de conformidad con la regulación sísmica.

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

El almacén principal, ubicado fuera del edificio O&M y adosado al mismo, será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma que se utilizará para almacenar componentes principales, repuestos de plantas solares, consumibles (excluidos los módulos fotovoltaicos). El almacén tendrá una entrada para vehículos con una dimensión de 5,8 m (alto) y 4,2 m (ancho). El almacén también tendrá una entrada de personal de 1 m (ancho) x 2.00 m (alto).

Ejemplo de edificio tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor.

Superficie construida aprox. = 255 m²

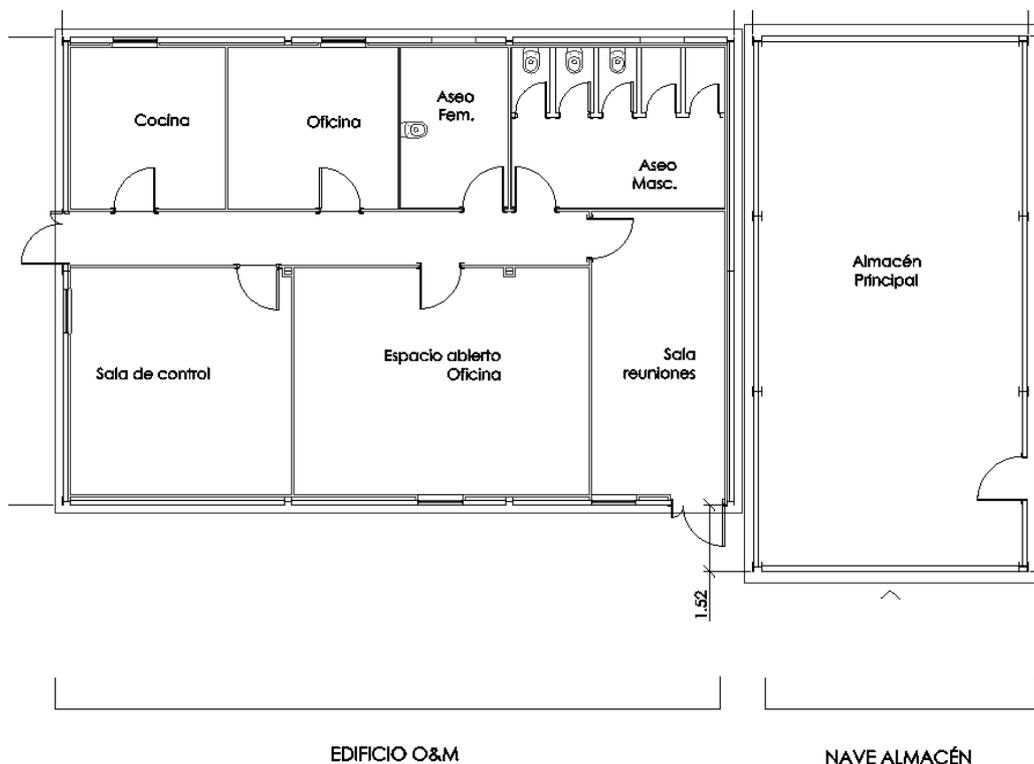


Figura 15: Ejemplo de edificio tipo O&M y Almacén

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Los baños deberán contar con agua potable. La instalación de fontanería garantizará agua fría y caliente con una reserva de al menos 100 litros.

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de climatización controlado por termostato en oficinas, salas de reuniones y sala de BT que permita a los operadores trabajar en unas condiciones óptimas de humedad y temperatura.

Los baños y cocina deben tener una ventilación natural al igual que el almacén y las salas de baja tensión y de generador y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

Sistema de seguridad anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos.

Sistema de protección contra incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

- Señalización de evacuación y métodos de protección
- Extintores
- Detección del fuego y sistema de alarma

Instalación eléctrica

Baja Tensión: Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares: El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección.

Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra: La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación: Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia: La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

Instalaciones de trabajo temporal

La principal infraestructura temporal en la planta FV es el campamento de Obra ("Site Camp"), que estará compuesto por las siguientes instalaciones:

- Área de Oficinas, que incluye:
 - Oficinas y Sala Reuniones
 - Centro de Primeros Auxilios
 - Baños y áreas de aseos
 - Comedor con cocina
- Áreas de descanso
- Estacionamiento para coches y otros vehículos de obra
- Área de control de los Accesos al área de campamento
- Área de descarga de material
- Almacenes de material para la construcción (con su vallado independiente)
- Almacenes temporales de residuos (con su vallado independiente)
- Almacenes de combustible para vehículos de obra (con su vallado independiente)
- Almacenes de Agua para construcción
- Área para grupo electrógeno (con su vallado independiente)

Los campamentos tendrán los siguientes sistemas o infraestructuras, que deberán ser realizados según normativa internacional y local:

- Vallado perimetral temporal y para Áreas de Oficinas que debe estar segregada de las demás instalaciones
- Sistema de protección de detección y contra incendios
- Sistema de iluminación (externo e interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de aire acondicionado (interno a los lugares de trabajo)
- Sistema de puesta a tierra
- Sistema de protección contra rayos
- Sistema de agua sanitaria (a través de tanque), con sistema de tratamiento de agua doméstica
- Sistema de vigilancia de área de oficinas

Todas las áreas tendrán señalización y vigilancia las 24 horas del día, desde el inicio de la obra, hasta el final de la construcción.

La superficie aproximada de la instalación de trabajo temporal será de 7.000 m².

1.3.2.4 Subestación Envatios XXIV

Se proyecta la Subestación Envatios XXIV en el municipio de Mejorada del Campo, con el objeto de evacuar la energía generada en las Plantas Solares Fotovoltaicas Envatios XXIV-Fase I (70MWn), Envatios XXIV-Fase II (70MWn) y Envatios XXIV-Fase III (60MWn), pertenecientes a la sociedad Envatios Promoción XXIV, así como para unificar mediante entrada/salida en esta subestación, la energía procedente de las plantas solares Fotovoltaicas Envatios XXII – Fase II (224 MWn) (no incluidas en el alcance del presente Plan Especial), promovidas por la entidad Envatios Promoción XXII. En la subestación se eleva la tensión de las 3 fases del Proyecto Fotovoltaico Envatios XXIV de 132 kV a 220 kV, unificando la energía de estos parques con la procedente de las plantas solares Fotovoltaicas Envatios XXII – Fase II, conectando posteriormente con la Línea de Evacuación Promotores Fuencarral, hasta evacuar en la subestación Fuencarral 220 kV, propiedad de REE en el municipio de Madrid. El área aproximada de la Subestación Envatios XXIV es de 11.029 m²

La subestación se proyecta con tres posiciones de línea en 132 kV, tres posiciones de transformación en 132 kV, dos posiciones de interconexión de barras en 132 kV, tres posiciones de barras en 132 kV, dos posiciones de línea en 220 kV, una posición de transformación en 220 kV y una posición de barras en 220 kV. Se diseña con dos transformadores de potencia de 35/45 MVA, 132/30 kV y un autotransformador 185/230 MVA, 220/132/30 kV. Las instalaciones proyectadas tendrán los siguientes parámetros de diseño:

Parámetros básicos de diseño			
Subestación Elevadora	AT1	AT2	MT
Tensión nominal	220 kV	132 kV	30 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV	145 kV	36 kV
Frecuencia nominal	50 HZ	50 HZ	50 Hz
Conexión del neutro del transformador	Rígido a tierra	Rígido a tierra	Reactancia P.a.T.
Intensidad nominal de la aparamenta	2000 A	2000 A	630 / 1.250 /
Intensidad máxima de defecto trifásico 1s	40 kA	31,5 kA	31,5 kA
Altitud		<1000 m	

Composición de la subestación

En la subestación se produce la transformación de media tensión en 30 kV a alta tensión en 132 kV y de alta en 132 kV a 220 kV. Localizado en la zona de alta tensión de la instalación exterior se encuentra el parque de 132/220 kV. Su composición será la siguiente:

Cantidad	Composición subestación
1	Posición de transformador 132/30 kV para PFV Envatios XXIV Fase I, compuestas por:
1	Transformador de potencia
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición de transformador 132/30 kV para PFV Envatios XXIV Fase II, compuestas por:
1	Transformador de potencia
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra

Cantidad	Composición subestación
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición entrada de línea de 132 kV de SE Valdilecha (PFV Envatios XXIV Fase I), compuesta
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra en el lado de barras 132 kV
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de entrada de línea
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición entrada de línea de 132 kV de SE Valdilecha (PFV Envatios XXIV Fase II), compuesta
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra en el lado de barras 132 kV
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de entrada de línea
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición entrada de línea de 132 kV de SE Envatios XXIV Fase III, compuesta por:
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra en el lado de barras 132 kV
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de entrada de línea
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición barras 132 kV para interconexión de PFV Envatios XXIV Fase I, compuesta por:
3	Transformadores de tensión
1	Posición barras 132 kV para interconexión de PFV Envatios XXIV Fase II, compuesta por:
3	Transformadores de tensión
1	Posición barras 132 kV para interconexión de PFVs Envatios XXIV Fase I, Fase II y Fase III,
1	Tendido de interconexión en aéreo entre dos pórticos con soporte de aisladores para los
1	Posición de interconexión de barras en 132 kV para PFV Envatios Fase I, compuesta por:
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Posición de interconexión de barras en 132 kV para PFV Envatios Fase II, compuesta por:
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra

Cantidad	Composición subestación
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Posición de transformador en 132 kV, compuestas por:
3	Transformadores de intensidad
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Interruptor tripolar
3	Transformadores de intensidad
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición de transformador 220 kV compuesta por:
1	Transformador de potencia
3	Pararrayos (autoválvulas)
3	Transformadores de intensidad
3	Interruptores unipolares
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra
1	Posición barras 220 kV, compuesta por:
3	Transformadores de tensión
1	Posición entrada de línea proveniente de Envatios XXII Fase II, compuesta por:
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra en el lado de barras 220 kV
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de entrada de línea
3	Interruptores unipolares
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas)
1	Posición salida de línea hacia SE Fuencarral 220 kV de REE, compuesta por:
1	Seccionador tripolar sin puesta a tierra en el lado de barras 220 kV
1	Seccionador tripolar con puesta a tierra en lado del pórtico de salida de línea
3	Interruptores unipolares
3	Transformadores de intensidad
3	Transformadores de tensión
3	Pararrayos (autoválvulas)

Descripción técnica

En el parque intemperie de la subestación en la zona de 132 kV se instalarán dos (2) transformadores de potencia de 45 MVA, uno para el PFV ENVATIOS XXIV FASE I y otro para el PFV ENVATIOS XXIV FASE II. Las principales características se detallan a continuación:

Transformadores de potencia 35/45 MVA		
Trasformador	TRP ENVATIOS XXIV-FI	TRP ENVATIOS XXIV-FII
Relación de transformación	132±10x1,1% / 30 kV	132±10x1,1% / 30 kV
Tipo de servicio	Continuo	Continuo
Potencia	35/45 MVA	35/45 MVA
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF	ONAN/ONAF
Conexión	Estrella-Triángulo	Estrella-Triángulo
Grupo de conexión	YNd11	YNd11
Impedancia de cortocircuito	10,5%	10,5%
Regulación	En carga	En carga
Nivel aislamiento Devanado Primario	145 kV	145 kV
Nivel aislamiento Devanado Secundario	36 kV	36 kV
Autotransformador de potencia 185/230 MVA		
Relación de transformación	220±10x1,1%/132/30 kV	
Tipo de servicio	Continuo	
Potencia	185/230 MVA	
Frecuencia	50 Hz	
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF	
Grupo de conexión	YNa0d11	
Impedancia de cortocircuito	13,5%	
Regulación	En carga	
Nivel aislamiento Devanado Primario	245 kV	
Nivel aislamiento Devanado Secundario	145 kV	
Nivel aislamiento Devanado Terciario	36 kV	

Además, el transformador dispondrá de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión
- Indicador de nivel de aceite
- Desecador de silicagel
- Relé protección Buchholz
- Termómetro
- Válvula de alivio de sobrepresión
- Tapón de vaciado y toma de muestras
- Válvulas de filtrado
- Radiadores desmontables con válvula de independización
- Calzas aislantes

Interruptores

La subestación dispondrá de los siguientes interruptores:

Interruptores	
Interruptor tripolar 145 kV	
Cantidad	8 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Tiempo máximo de apertura	50 ms
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C
Tipo aislador	Porcelana
Funcionamiento	Tripolar
Interruptor tripolar 245 kV	
Cantidad	9 (unipolar)
Tensión nominal	245 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Tiempo de apertura int	17+/-2 ms
Tensión pico soportada máxima	1050 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C
Tipo aislador	Porcelana
Funcionamiento	Unipolar

Seccionadores con puesta a tierra

La subestación dispondrá de los siguientes seccionadores con puesta a tierra:

Seccionadores con puesta a tierra	
Seccionador con puesta a tierra tripolar 145 kV	
Cantidad	3 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Valor de cresta de corriente admisible	80 kA
Nivel de aislamientos	145 kV
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Seccionadores con puesta a tierra	
Seccionador con puesta a tierra tripolar 245 kV	
Cantidad	2 (tripolar)
Tensión nominal	245 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2500 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Valor de cresta de corriente admisible	100 kA
Nivel de aislamientos	245 kV
Tensión pico soportada máxima	1050 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Seccionadores sin puesta a tierra

La subestación dispondrá de los siguientes seccionadores sin puesta a tierra:

Seccionadores sin puesta a tierra	
Seccionador sin puesta a tierra tripolar 145 kV	
Cantidad	10 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Valor de cresta de corriente admisible	80 kA
Nivel de aislamientos	145 kV
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C
Seccionador sin puesta a tierra tripolar 245 kV	
Cantidad	3 (tripolar)
Tensión nominal	245 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2500 A
Intensidad de cortocircuito	40 kA
Valor de cresta de corriente admisible	100 kA
Nivel de aislamientos	245 kV
Tensión pico soportada máxima	1050 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Transformadores de tensión

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de tensión:

Transformadores de tensión	
Transformador de tensión 145 kV, 4 devanados secundarios	
Cantidad	6
Tipo	Inductivo
Tensión nominal	145 kV
Relación	132.000/ $\sqrt{3}$ / 110/ $\sqrt{3}$ - 110/ $\sqrt{3}$ - 110/ $\sqrt{3}$ - 110/ $\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	132.000/ $\sqrt{3}$
Secundario 1	25VA cl 0.2
Secundario 2	25VA cl 0.2
Secundario 3	25VA cl 0.5-3P
Secundario 4	25VA cl 0.5-3P
Número devanados	4
Transformador de tensión 145 kV, 3 devanados secundarios	
Cantidad	9
Tipo	Inductivo
Tensión nominal	145 kV
Relación	132.000/ $\sqrt{3}$ / 110/ $\sqrt{3}$ - 110/ $\sqrt{3}$ - 110/ $\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	132.000/ $\sqrt{3}$
Secundario 1	25VA cl 0.2
Secundario 2	25VA cl 0.5-3P
Secundario 3	25VA cl 0.5-3P
Número devanados	3
Cantidad	9
Transformador de tensión 145 kV, 2 devanados secundarios	
Cantidad	3
Tipo	Inductivo
Tensión nominal	145 kV
Relación	132.000/ $\sqrt{3}$ / 110/ $\sqrt{3}$ - 110/ $\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	132.000/ $\sqrt{3}$
Secundario 1	25VA cl 0.5-3P
Secundario 2	25VA cl 0.5-3P
Número devanados	2
Cantidad	3
Transformador de tensión 245 kV, 3 devanados secundarios	
Tipo	Inductivo
Cantidad	3

Tensión nominal	245 kV
Relación	$220.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	220.000/ $\sqrt{3}$
Secundario 1	30VA cl 0.2
Secundario 2	30VA cl 0.5-3P
Secundario 3	30VA cl 0.5-3P
Número devanados	3
Transformador de tensión 245 kV, 2 devanados secundarios	
Tipo	Inductivo
Cantidad	3
Tensión nominal	245 kV
Relación	$220.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	220.000/ $\sqrt{3}$
Secundario 1	30VA cl 0.5-3P
Secundario 2	30VA cl 0.5-3P
Número devanados	2

Transformadores de intensidad

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de intensidad:

Transformadores de intensidad	
Transformador de intensidad tipo 1, tensión nominal 145 kV	
Cantidad	12
Relación	$\underline{200}$ -400 / 5-5-5-5 A
V _{NOMINAL}	145 kV
Número devanados secundarios	4
VA	20 – 20 – 20 - 10
CL	5P20 – 5P20 – 5P20 - cl 0,2s
Transformador de intensidad tipo 2, tensión nominal 145 kV	
Cantidad	9
Relación	$\underline{400}$ -800 / 5-5-5-5 A
V _{NOMINAL}	145 kV
Número devanados secundarios	4
VA	20 – 20 – 20 - 10
CL	5P20 – 5P20 – 5P20 - cl 0,2s
Transformador de intensidad tipo 3, tensión nominal 145 kV	
Cantidad	3
Relación	$\underline{1200}$ -1600 / 5-5-5 A
V _{NOMINAL}	145 kV
Número devanados secundarios	3

VA	20 – 20 – 20
CL	5P20 – 5P20 – 5P20
Transformador de intensidad tipo 1, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	3
Relación	<u>800</u> -1200 / 5-5-5 A
V _{NOMINAL}	245 kV
Número devanados secundarios	3
VA	20 – 50 – 50
CL	5P20 – 5P20 – 5P20
Transformador de intensidad tipo 2, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	3
Relación	<u>800</u> -1200 / 5-5-5-5 A
V _{NOMINAL}	245 kV
Número devanados secundarios	4
VA	20 - 20 – 50 – 50
CL	cl 0,2s - 5P20 – 5P20 – 5P20
Transformador de intensidad tipo 3, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	3
Relación	2000 / 5-5-5-5 A
V _{NOMINAL}	245 kV
Número devanados secundarios	4
VA	20 - 20 – 50 – 50
CL	cl 0,2s - 5P20 – 5P20 – 5P20

Pararrayos - Autoválvulas

Las subestaciones dispondrán de los siguientes pararrayos autoválvulas:

Pararrayos – Autoválvulas	
Pararrayos autoválvulas, tensión nominal 145 kV	
Cantidad	18
Máxima tensión del sistema (Um)	145 kV
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal (Ur)	120 kV
Máxima tensión de servicio en continuo (Uc)	92 kV
Intensidad de descarga nominal (onda 8/20 μs)	10 kA
Clase de descarga	3
Contador de descargas	Incluido
Pararrayos autoválvulas, tensión nominal 245 kV	
Cantidad	9
Máxima tensión del sistema (Um)	245 kV

Pararrayos – Autoválvulas	
Frecuencia	50 HZ
Tensión nominal (Ur)	198 kV
Máxima tensión de servicio en continuo (Uc)	156 kV
Intensidad de descarga nominal (onda 8/20 μs)	10 kA
Clase de descarga	3
Contador de descargas	Incluido

Celdas de media tensión

Desde los centros de transformación de salida, que se encuentran ubicados en las plantas fotovoltaicas ENVATIOS XXIV FASE I y ENVATIOS XXIV FASE II en el Municipio de Mejorada del Campo, se realizarán las conexiones mediante la red de media tensión de las plantas fotovoltaicas con las respectivas salas de media tensión de la subestación.

Esta sala de celdas de media tensión está ubicada dentro del edificio de la subestación. Las celdas de media tensión realizan las funciones de acometer los conductores procedentes de la instalación generadora fotovoltaica para posteriormente conectarlos a los devanados de media tensión de los transformadores de potencia. La configuración de los embarrados de Media Tensión de la Subestación se detalla a continuación:

Tipo de Celda	Barra 1	Barra 2
Celda de protección Transformador	1	1
Celda de protección de Línea	4	2
Celda conexión Banco Condensadores	1	1
Celda conexión de SSAA	1	1

Cada celda de línea/transformador de MT estará dotada de:

- Compartimento para interruptor (de línea o transformador, según aplicación).
- Compartimento de seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Protecciones
 - Celdas de línea: 50/51, 50N/51N
 - Celdas de Trafo: 50/51, 50N/51N, 64
- Manómetro indicador de estado nivel de SF6.
- Transformadores de intensidad en cada posición.
- 1 juego de Transformadores de tensión en cada embarrado.

Las características técnicas de las celdas son:

Celdas de Media Tensión		
Característica	Línea/SSAA/Condensadores	Transformador
Tensión nominal (kV)	30	30
Tensión Máxima de Aislamiento (kV)	36	36

Celdas de Media Tensión		
Intensidad nominal (A)	630	2000
Intensidad nominal de corte (kA)	31,5	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA)	80 (cresta)	80 (cresta)
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)	Max 31,5/3	Max 31,5/3
Resistencia frente arcos internos (kA/s)	31,5	31,5
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30	0,30
Temperatura ambiente (OC)	-5º / 40º	-5º / 40º
Altitud (msnm)	< 1.060	< 1.060
Humedad relativa (%)	< 90	< 90
Grado de protección: Compartimento MT	IP65	IP65
Grado de protección: Compartimento BT	IP41	IP41

Conectado a cada devanado de MT del transformador de potencia, se instalará una reactancia de puesta a tierra con su respectivo juego de autoválvulas.

Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares

La Sala de Control se ubicará en una sala aparte a la de media tensión, contigua a esta, con los siguientes armarios para cada planta fotovoltaica y su respectiva posición de trafo/línea:

- Armarios de control y protección:
 - Posiciones de transformador.
 - Posiciones de línea.
 - Posición de barras.
- Armario con UCS y SCADA SET más telecomunicaciones.
- Armarios de medida, uno para cada posición de línea.
- Armarios y equipos de servicios auxiliares (SSAA).

La Sala de Servicios Auxiliares también contará con un habitáculo separado de las de Media Tensión y Control.

Sistema de control y protección

El sistema de control a implementar en las subestaciones constará, de una unidad central de subestación (en adelante UCS) que centralizará las órdenes y señales provenientes de todas las unidades de control local de cada una de las posiciones que constituyen la subestación. Se instalará en un armario de servicios generales junto con los concentradores de comunicaciones necesarios para que la remota enlace con las citadas unidades de control local. El sistema será de tipo jerarquizado, formado por los siguientes equipos:

Sistema de control y protección	
Protecciones de Línea	
Sistema de Protección de Línea	Tipo
Protección diferencial de línea	87L

Sistema de control y protección	
Distancia	21
Protección de mínima de tensión	27
Protección de máxima tensión	59
Protección direccional de corriente de neutro	67N
Fallo de interruptor	50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo	3
Protección de fallo de interruptor	50BF
Protección de sincronismo	25
Protecciones de Transformador	
Sistema de Protección de Transformador	Tipo
Protección diferencial de transformador	87T
Protección diferencial de neutro	87N
Overcurrent Protection	50/51 – 50N/51N
Protección de frecuencia	81M/m
Fallo de interruptor	50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo	3
Protección de mínima de tensión	27
Protección de máxima tensión	59
Sincronismo	25
Máxima corriente continua	76
Relé Buchholz	Detección de gases
Cambiador Tap en carga	Regulación de voltaje
Válvula de presión	Sobrepresión
Relé térmico	Temperatura
Sistema de Medida	
Contador Comprobante Facturación	2 ud. (132 kV posición transformador y línea SE
Contador Comprobante Facturación	2 ud. (132 kV posición transformador y línea SE
Contador Principal Facturación	1 ud. (132 kV posición interconexión de barras SE
Contador Principal Facturación	1 ud. (132 kV posición interconexión de barras SE
Contador Principal Facturación	1 ud. (132 kV posición de línea SE Envatios XXIV Fase
Contador Principal Facturación	1 ud. (220 kV posición entrada de línea SE Envatios
Contador Comprobante Facturación	1 ud. (220 kV posición salida de línea hacia SE

Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones deberá permitir el mando y la monitorización en remoto de la subestación, así como realizar las tareas de telemando, telegestión y telemedida desde el Centro de Control de Redes de la compañía gestora de la Red. En la sala de control del edificio, y junto al armario de servicios generales, se instalará el armario de comunicaciones. En este armario se instalarán los

equipos necesarios para el enlace entre la subestación y el Centro de Control. El armario de comunicaciones contendrá:

- Interruptores magnetotérmicos de alimentación ubicados en la parte superior del armario en una fila.
- Repartidores ópticos de tipo rack con bandejas de empalmes y con los conectores necesarios para la conexión de hasta 48 fibras ópticas por cada línea de alta tensión que salga desde la subestación.

Servicios auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares se realizará desde línea externa de media tensión y de dos transformadores de servicios auxiliares conectados a dos de los embarrados de media tensión (uno de cada transformador de potencia). La subestación se encontrará equipada con la siguiente infraestructura:

- Transformador de Servicios Auxiliares.
- Grupo electrógeno.
- Armario general de corriente alterna.
- Cuadros de distribución CA
 - Cuadro de fuerza y climatización.
 - Cuadro general de alumbrado, para el edificio, accesos y parque intemperie.
- Armarios de corriente continua
- Rectificadores, cargadores y baterías de corriente continua 125 Vcc. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de protección.
- Convertidor y baterías 48 Vcc para comunicaciones. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de telecomunicaciones.
- Instalación de alumbrado.

Transformador de servicios auxiliares

Se instalarán dos (2) transformadores de servicios auxiliares será 30/0,4 kV de 160 kVA. A continuación, se detallan las características principales del mismo:

Transformador de servicios auxiliares	
Clase de servicio	Continuo
Clase de corriente	Trifásica
Frecuencia	50 HZ
U1 (AT)	30 KV
U2 (BT)	0,4 KV
Tensión máxima de servicio	36 KV
Nivel de aislamiento	70 kV / 170 kV
Potencia	160 kVA ONAN

Transformador de servicios auxiliares	
Ucc %	6%
Conexión	Dyn11

Grupo electrógeno

Se emplearán cuatro (4) equipos con las siguientes características:

Grupo Electrógeno	
Potencia de emergencia / continuo	180 kVA / 144 kVA
Tensión de funcionamiento	400 V
Frecuencia	50 Hz
Fases	3
Combustible	Diesel

Sistema de medida fiscal

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias, para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,5 para medida principal y redundante. El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- Transformadores de tensión e intensidad ubicados en la salida de la posición de línea.
- Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 62053 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión 0,2S.
- El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.
- Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 62053 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión 0,2. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.
- Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de máxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.
- Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de telemedida.

Para la medida de facturación de las instalaciones de generación se instalarán los diferentes contadores principales y comprobantes en las posiciones indicadas en la tabla 17 del punto 6.6.3 de

esta memoria, para la medida de la energía generada en las plantas fotovoltaicas indicadas en el objeto de esta memoria.

Además, para la medida de energía conjunta de todos los promotores del nudo se instalará la correspondiente medida principal a menos de 500 m de la subestación "Fuencarral 220 kV" propiedad de REE.

De este modo se da cumplimiento a lo establecido en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (RD 1110/2007).

Red de puesta a tierra

Como datos de partida para el cálculo inicial de la malla se utilizarán los siguientes:

- Tiempo de despeje de la falta (t): 1 s.
- Intensidad de falta monofásica a tierra: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad del terreno: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad de la capa superficial (grava): 3000 Ω m.
- Espesor de la capa de gravilla: 0,15 m

La red de tierras diseñada se compondrá, básicamente, de una retícula de cable de cobre desnudo y enterrada a una profundidad determinada según los cálculos correspondientes.

El sistema de puesta a tierra de la Subestación se puede dividir en:

- Tierra general de la subestación, compuesta por un mallado de conductores desnudos de cobre formando retículas lo más uniformes posible, las cuales estarán unidas mediante soldaduras aluminotérmicas.
- Tierra aérea de la subestación compuesta por un sistema de veintiún pararrayos tipo Franklin instalados en columnas de forma que se garantice la protección de la instalación frente a descargas atmosféricas.
- Tierra de estructuras y equipos, que garantiza la perfecta unión a tierra de estos elementos. Todas las partes metálicas de los nuevos soportes y aparellaje irán conectadas a la malla de tierra subterránea con cable de cobre desnudo mediante terminales apropiados o soldaduras aluminotérmicas si fuese necesario.
- Tierra de cerramiento, para garantizar el contacto a tierra del mismo.
- En caso de necesidad se instalarán picas profundas.

La instalación general de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de faltas a tierra.

Puesta a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se conectarán a las tierras de protección, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de todos los locales.
- Las vallas y las cercas metálicas.
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio.
- Los blindajes metálicos de todos los cables.
- Cualquier tubería y conducto metálico.
- Las carcasas de transformadores.
- Hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Las tapas metálicas de los canales de cables prefabricados de hormigón.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada sea equipotencial.

Estructuras metálicas y soportes

Las estructuras metálicas a instalar en el parque de intemperie corresponden a los soportes de los pórticos de las salidas de las líneas, a los soportes para los embarrados principales y secundarios y a la aparamenta de alta tensión (seccionadores, interruptores, transformadores de intensidad y tensión, etc.). La estructura metálica para interior corresponde a los armarios de control, protección y servicios auxiliares. Además, existen soportes de apoyo para los proyectores de iluminación exterior e iluminación perimetral del edificio. Estos soportes estarán realizados con estructuras normalizadas

de perfil de alma llena. Toda la estructura metálica será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completarán con herrajes y tornillería auxiliares de acero inoxidable para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Obra civil

La ejecución de la subestación requiere la realización de los trabajos de obra civil siguientes

- Movimiento de tierras incluyendo la adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota la plataforma sobre la que se construirá la subestación.
- Ejecución de viales de acceso y de viales interiores de la subestación.
- Urbanización del terreno incluida la capa de grava superficial.
- Construcción de un edificio para albergar los equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de MT
- Sistema de drenajes, abastecimiento de agua y saneamiento de la instalación.
- Cimentaciones, bancadas para los transformadores y muro cortafuegos.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

Se detallan a continuación algunos aspectos relevantes de la obra civil de la subestación.

Movimiento de tierras

La plataforma explanada deberá ser totalmente horizontal. Se determinará el Nivel de terreno explanado (NTE) de la plataforma en base a:

- La topografía de la parcela.
- Las características del terreno que se describan en el informe geotécnico.
- Los métodos de ejecución y materiales indicados en las prescripciones generales para las obras de carreteras y puentes en vigor.
- Los accesos y drenajes previstos.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m. 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. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%. La categoría de la explanada será E1 (módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga según NLT-357 ≥ 60 MPa). Para su formación únicamente se permitirá el empleo de los siguientes suelos definidos según el artículo 330 del PG3:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma.
- Suelos Adecuados y/o Tolerables: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

El material clasificado como marginal o inadecuado no podrá ser utilizado en ninguna parte de la obra. Todas las tierras procedentes de desmontes y excavaciones serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra o revegetación de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno textural y cromáticamente. El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Plataformas

Siempre y cuando sea requerido por condiciones del terreno (orografía, hidrología, etc.) se considerará la creación de una base compactada de tierra extraída de cantera de unos 0,6 – 0,9m por encima de la cota nivelada del terreno. 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).

En el camino de acceso a la parcela se construirá un sistema similar al de la plataforma, con los drenajes transversales, caños, bajantes, etc. que sean necesarios. Para el cálculo del drenaje de la plataforma, se seguirá en todos los casos la Instrucción de Carreteras 5.2-IC del Ministerio de Fomento.

- Muros de Escollera: 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. Para el proyecto y ejecución de los muros de escollera, se seguirá en todos los casos los criterios de diseño y cálculos establecidos en la Guía para el Proyecto y la ejecución de Muros de Escollera en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento.
- Muros de Hormigón armado: Cuando al ejecutarse la explanada las laderas o taludes presenten problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado. Los materiales a emplear en el diseño y construcción del muro serán los siguientes:
 - Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
 - Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²). Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Red de viales interiores y de acceso

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. Los viales se realizan de aglomerado asfáltico u hormigón y se asientan sobre una base de grava-cemento de 150 mm de espesor y una sub-base de suelo-cemento de 150 mm 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.

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. Para la colocación de la malla geotextil (si es requerida) y adacentamiento 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. Se colocará una lámina geotextil entre la grava y el terreno con objeto de que no crezcan plantas. Se recubrirá la instalación con una capa de 15 cm. de grava de dimensiones entre 2 y 5 cm.

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Drenajes

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales 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.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La subestación contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado.

Se instalará un cerramiento de malla de simple torsión. Este cerramiento de 2,5 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión. La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 400x400x500 mm. Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 7x2,5 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

El sistema de vigilancia perimetral tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Cimentaciones

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. 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 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.

Cualquiera de las soluciones adoptadas deberá tener en cuenta la capacidad portante indicada en el informe geotécnico. Si el terreno exigiese tipos especiales de cimentación, ésta se realizará de acuerdo con el informe geotécnico.

Bancadas de los transformadores

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte y un foso de recogida de aceite. 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 un cubeto con tres compartimentos separados por dos vigas sobre las que se embeberán vías de rodadura para el apoyo del transformador. Los compartimentos estarán comunicados mediante un tubo de hormigón para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida. Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²) Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Las vías de circulación de los transformadores se construirán de hormigón armado, y se calcularán como vigas o placas en lecho elástico solicitadas por la carga móvil total del equipo desplazándose de principio a fin de recorrido. Los carriles se dejarán sobre placas o dispositivos de nivelación fina que garanticen su perfecta colocación y que quedarán embebidos en un hormigonado de segunda fase. La red para la evacuación del aceite estará constituida por tubos. Dichos tubos irán enterrados en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para evacuar el aceite y/o el agua de la bancada hasta el depósito recolector.

Depósito 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 un 30 % 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, de tal forma que cuando se supere ese nivel se emitirá una señal al sistema de control de la subestación.

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 HM-10/P/40/IIa de al menos 10 cm. de espesor y se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días) con acero corrugado Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²) atado con alambre recocido.

Muro 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.

Canalizaciones y arquetas

En función del tipo de cable, se dispondrán de los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalización para el tendido de los cables de control. Se emplearán canales prefabricados de hormigón con sus correspondientes tapas y demás accesorios que faciliten el tendido de los cables en su interior. El canal estará dotado de un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua en su interior. Las tapas de los canales de cables deberán poder ser levantadas sin necesidad de romperlas. El peso y dimensiones serán tales que puedan ser manejadas por una persona con facilidad. Para el paso por viales se emplearán tapas metálicas galvanizadas en caliente que se deberán conectarán a la malla general de la red de tierras de la subestación.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para la recogida de las diferentes mangueras de cables de los equipos a instalar.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para los cables de potencia de Servicios Auxiliares.
- Canalización para el tendido de cables de potencia desde los transformadores de potencia hasta las celdas en el interior del Edificio. Se emplearán un mínimo de 3 tubos de 200mm. de diámetro de polietileno de alta densidad de doble pared con interior liso. Para el paso de cables bajo viales los tubos deberán ir embebidos en dados de hormigón.

Para el tendido y la conexión de los cables de control, alumbrado y fuerza, drenajes, fosa séptica, depósito y sistema de recogida de aceite se construirán arquetas de hormigón con tapa de hormigón armado, de las dimensiones adecuadas y que interconectarán los tramos de tubos de Polietileno.

Edificio

Características generales

Para la ubicación de los equipos de control, protección, comunicaciones y servicios auxiliares, así como las celdas de MT, se construirá, utilizando materiales típicos de la zona e integrado en el entorno natural, con las siguientes dependencias para albergar los distintos elementos y equipos que componen el sistema:

- Dependencia tipo 1: Sala de Celdas de MT.
- Dependencia tipo 2: Sala de paneles de control y protección y comunicaciones.
- Dependencia tipo 3: Sala de SSAA.

La estructura principal del edificio se construirá mediante elementos prefabricados de hormigón armado o estructura metálica, realizándose “in situ” la cimentación, la solera para el asiento y el cerramiento.

Distribución tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor. La superficie construida aproximada es de 212 m² (24.6 x 8.6 m).

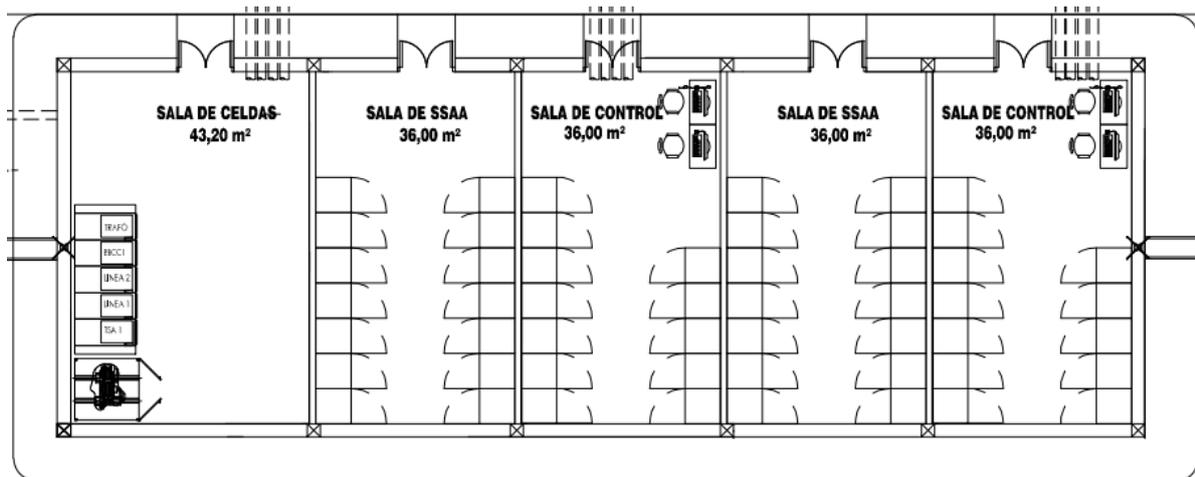


Figura 16: Ejemplo de edificio subestación

En la subestación se ubican dos edificios similares al de la imagen:

- En el edificio que se encuentra al oeste de la subestación la sala de celdas, una de las salas de SS.AA. y una de las salas de control se utilizarán para la operación y protección de las instalaciones de alta tensión asociadas a la PSF Envatios XXIV Fase I, las dos salas restantes de SS.AA. y de control se emplearán para la operación y protección de la posición de transformación 220/132 kV, los dos posiciones de línea y la posición de barras en 220 kV.
- En el edificio que se encuentra al este de la subestación la sala de celdas, una de las salas de SS.AA. y una de las salas de control se utilizarán para la operación y protección de las instalaciones de alta tensión asociadas a la PSF Envatios XXIV Fase II, las dos salas restantes de SS.AA. y de control se emplearán para la operación y protección de la posición de línea en 132 kV asociada a la PSF Envatios XXIV Fase III.

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

Con objeto de mantener la temperatura en el edificio por debajo de los valores recomendados, será necesario instalar un sistema de ventilación que asegure la renovación del aire de forma que se consigan unas condiciones ambientales óptimas para el funcionamiento de los equipos electrónicos.

En la sala de celdas de MT, baterías y generador diésel, y con el fin de renovar cíclicamente el aire de la citada sala, se instalará un sistema de ventilación forzada compuesto por al menos dos extractores axiales murales con motor monofásico o trifásico. Deberá disponer de un dispositivo que permita la posibilidad de conectarlo en modo manual o automático para renovaciones periódicas del aire en las salas. Las puertas de la sala dispondrán de rejillas con objeto de facilitar la ventilación natural.

El resto de las salas serán climatizadas conforme lo marca el RITE, ya que albergará personal de forma continuada por el mantenimiento de la subestación y la planta solar. La instalación se realizará mediante Split y maquinas individuales de las salas que se consideren necesarias.

Sistema antiintrusión

El edificio deberá tener un sistema anti-intrusos provisto de sensores de movimiento y sensores de apertura de puertas.

Sistema de protección contra incendios

El objeto del sistema de detección de incendios será detectar de forma automática, de manera precoz y sin ninguna intervención humana, conatos de incendio que puedan producirse en zonas predeterminadas con el fin de señalar tales circunstancias mediante alarmas ópticas y acústicas locales y a distancia. Estará constituido por los siguientes componentes:

- Detectores ópticos en todas las dependencias.
- Detectores termovelocimétricos en las salas que albergan los Transformadores de Servicios Auxiliares (aparte de los ópticos).
- Equipo de Control y Señalización. El armario será de tipo modular y tendrá la posibilidad de controlar al menos 6 zonas de la instalación. Se instalarán relés suficientes para poder transmitir señales al Centro de Control de Redes.
- Otros componentes auxiliares: Pulsadores manuales de alarma, pilotos de señalización, sirena de alarma, señalizaciones fotoluminiscentes en las vías de evacuación y extintores polivalentes (6 kg.) y de polvo y extintor móvil de polvo (ABC 25 kg)

Se instalará un sistema de seguridad para la detección de intrusos en la instalación que permitirá detectar una intrusión de personas no autorizadas, y comunicar a la Central de Alarmas las incidencias que se originen. Podrá ser activado/desactivado localmente por personal autorizado introduciendo un código. Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Central de Alarmas encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Detectores volumétricos duales: Infrarrojos + microondas. Se instalarán en todas las dependencias del Edificio.
- Sirena Exterior. Se instalará en zona visible en todas las dependencias.

Instalación eléctrica

- Baja Tensión: Para permitir el funcionamiento del edificio, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares. Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

- Panel de servicios auxiliares: El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección. Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.
- Puesta a tierra: La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.
- Iluminación: Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:
- Luces de emergencia: La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal. La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

1.3.2.5 Subestación Valdilecha

La Subestación Valdilecha se proyecta para efectuar la evacuación de las Plantas Solares Fotovoltaicas Envatios XXIV-Fase I (70MWn) y Envatios XXIV-Fase II (70MWn), en su ubicación en el municipio de Valdilecha en la Comunidad de Madrid.

En la Subestación Valdilecha se elevará la tensión de los parques fotovoltaicos de 30kV a 132kV, tensión a la que se conectará esta subestación mediante la línea la Línea 132 kV SE Valdilecha – SE Envatios XXIV con la Subestación Envatios XXIV (descrita en otro capítulo del presente Plan Especial), donde se recogerá la energía de parte de estas plantas fotovoltaicas y se elevará la tensión a 220 kV, nivel de tensión adecuado para su conexión al sistema eléctrico en la subestación “Fuencarral 220kV”, propiedad de REE.

La Subestación Valdilecha tendrá configuración Radial, con dos posiciones independientes de Trafo/Línea, una para cada Planta Fotovoltaica. Se proyectarán dos (2) Transformadores de Potencia de 40 MVA 132/30kV, además de las posiciones de salida para la línea doble circuito Línea 132 kV SE Valdilecha – SE Envatios XXIV. Las instalaciones proyectadas tendrán los siguientes parámetros básicos de diseño:

Parámetros básicos de diseño		
Subestación Elevadora	AT	MT
Tensión nominal	132 kV	30 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV	36 kV
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Conexión del neutro del transformador	Rígido a tierra	Reactancia P.a.T.
Intensidad nominal de la aparamenta	2000 A	630 / 1250 A
Intensidad máxima de defecto trifásico 1s	31,5 kA	31.5 kA
Altitud	755 msnm	

En la subestación se produce la transformación de media tensión a alta tensión. Localizado en la zona de alta tensión de la instalación exterior se encuentra el parque de 132 kV y la conexión con la línea de evacuación. Su composición será la siguiente:

Cantidad	Composición subestación
2	Posición mixta de transformador/línea, cada una compuesta por:
1	Transformador de Potencia
1	Seccionador Tripolar con puesta a tierra
1	Interruptor Tripolar
3	Transformadores de Intensidad
3	Transformadores de Tensión
6	Pararrayos (autoválvula)

Descripción técnica

En el parque intemperie de la Subestación Valdilecha se instalarán dos (2) Transformadores de Potencia de 40MVA, uno para el PFV ENVATIOS XXIV FASE I y otro para el PFV ENVATIOS XXIV FASE II. Las principales características se detallan a continuación:

Transformadores de Potencia		
Transformador	TRP ENVATIOS XXIV-FI	TRP ENVATIOS XXIV-FII
Relación de transformación	132±10x1,1% / 30 kV	132±10x1,1% / 30 kV
Tipo de servicio	Continuo	Continuo
Potencia	30/40 MVA	30/40 MVA
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF	ONAN/ONAF
Conexión	Estrella-Triángulo	Estrella-Triángulo
Grupo de conexión	YNd11	YNd11
Impedancia de cortocircuito	10,5%	10,5%
Regulación	En carga	En carga
Nivel aislamiento Devanado Primario	145 kV	145 kV
Nivel aislamiento Devanado Secundario	36 kV	36 kV

Además, el transformador dispondrá de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión
- Indicador de nivel de aceite
- Desecador de silicagel
- Relé protección Buchholz
- Termómetro
- Válvula de alivio de sobrepresión
- Tapón de vaciado y toma de muestras
- Válvulas de filtrado
- Radiadores desmontables con válvula de independización
- Calzas aislantes

Interruptores

La subestación dispondrá de los siguientes interruptores:

Interruptores	
Cantidad	2 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Tiempo de apertura int	50 ms
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Interruptores	
Tipo aislador	Porcelana
Funcionamiento	Tripolar

Seccionadores con puesta a tierra

La subestación dispondrá de los siguientes seccionadores con puesta a tierra:

Seccionadores con puesta a tierra	
Cantidad	2 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Valor de cresta de corriente admisible	80 kA
Nivel de aislamientos	145 kV
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Transformadores de tensión

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de tensión:

Transformadores de tensión	
Cantidad	6
Tipo	Inductivo
Tensión nominal	145 kV
Relación	$132.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	$132.000/\sqrt{3}$
Secundario 1	25VA cl 0.5-3P
Secundario 2	25VA cl 0.5-3P
Secundario 3	25VA cl 0,5
Número devanados	3

Transformadores de intensidad

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de intensidad:

Transformadores de intensidad	
Cantidad	6
Relación	$200-400 / 5-5-5 A$
V _{NOMINAL}	145 kV
Número devanados	3
VA	20 – 20 – 10
CL	5P20 – 5P20 – cl 0,5

Pararrayos - Autoválvulas

Las subestaciones dispondrán de los siguientes pararrayos autoválvulas:

Pararrayos – Autoválvulas	
Cantidad	12
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Tensión de servicio continuo	120 kV
Tensión asignada	92 kV
Intensidad de descarga nominal (onda 8/20)	10 kA
Clase de descarga	3
Contador de descargas	Incluido

Celdas de media tensión

Desde los centros de transformación de salida, que se encuentran ubicados en las plantas fotovoltaicas Envatios XXIV Fase I y Envatios XXIV Fase II, se realizarán las conexiones mediante la red de media tensión de las plantas fotovoltaicas con la sala de media tensión de la Subestación Valdilecha. Esta sala de celdas de media tensión está ubicada dentro del edificio de la subestación. Las celdas de media tensión realizan las funciones de acometer los conductores procedentes de la instalación generadora fotovoltaica para posteriormente conectarlos a los devanados de media tensión de los transformadores de potencia. La configuración de los embarrados de Media Tensión de la Subestación Valdilecha se detalla a continuación:

Tipo de Celda	Barra 1	Barra 2
Celda de protección Transformador	1	1
Celda de protección de Línea	3	3
Celda conexión Banco Condensadores	1	1
Celda conexión de SSAA	1	1

Cada celda de línea/transformador de MT estará dotada de:

- Compartimento para interruptor (de línea o transformador, según aplicación).
- Compartimento de seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Protecciones
 - Celdas de línea: 50/51, 50N/51N
 - Celdas de Trafo: 50/51, 50N/51N, 64
- Manómetro indicador de estado nivel de SF6.
- Transformadores de intensidad en cada posición.
- 1 juego de Transformadores de tensión en cada embarrado.

Las características técnicas de las celdas son:

Celdas de Media Tensión		
Característica	Línea/SSAA/Condensadores	Transformador
Tensión nominal (kV)	30	30
Tensión Máxima de Aislamiento (kV)	36	36
Intensidad nominal (A)	630	1250
Intensidad nominal de corte (kA)	31,5	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA)	80 (cresta)	80 (cresta)
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)	Max 31,5/3	Max 31,5/3
Resistencia frente arcos internos (kA/s)	31,5	31,5
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30	0,30
Temperatura ambiente (OC)	-5º / 40º	-5º / 40º
Altitud (msnm)	< 1.060	< 1.060
Humedad relativa (%)	< 90	< 90
Grado de protección: Compartimento MT	IP65	IP65
Grado de protección: Compartimento BT	IP41	IP41

Conectado a cada devanado de MT del transformador de potencia, se instalará una reactancia de puesta a tierra con su respectivo juego de autoválvulas..

Sistema de control y protección

El sistema de control a implementar en las subestaciones constará, de una unidad central de subestación (en adelante UCS) que centralizará las órdenes y señales provenientes de todas las unidades de control local de cada una de las posiciones que constituyen la subestación. Se instalará en un armario de servicios generales junto con los concentradores de comunicaciones necesarios para que la remota enlace con las citadas unidades de control local. El sistema será de tipo jerarquizado, formado por los siguientes equipos:

Sistema de control y protección	
Protecciones de Línea	
Sistema de Protección de Línea	Tipo
Protección diferencial de línea	87L
Distancia	21
Protección de mínima de tensión	27
Protección de máxima tensión	59
Protección direccional de corriente de neutro	67N
Fallo de interruptor	50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo	3
Protección de fallo de interruptor	50BF
Protección de sincronismo	25
Protecciones de Transformador	
Sistema de Protección de Transformador	Tipo
Protección diferencial de transformador	87T

Sistema de control y protección	
Protección diferencial de neutro	87N
Overcurrent Protection	50/51 – 50N/51N
Protección de frecuencia	81M/m
Fallo de interruptor	50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo	3
Protección de mínima de tensión	27
Protección de máxima tensión	59
Sincronismo	25
Máxima corriente continua	76
Relé Buchholz	Detección de gases
Cambiador Tap en carga	Regulación de voltaje
Válvula de presión	Sobrepresión
Relé térmico	Temperatura
Sistema de Medida	
Contador Comprobante Facturación	1 ud. (en extremo opuesto LAT, llegada a SE)

Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones deberá permitir el mando y la monitorización en remoto de la subestación, así como realizar las tareas de telemando, telegestión y telemedida desde el Centro de Control de Redes de la compañía gestora de la Red. En la sala de control del edificio, y junto al armario de servicios generales, se instalará el armario de comunicaciones. En este armario se instalarán los equipos necesarios para el enlace entre la subestación y el Centro de Control. El armario de comunicaciones contendrá:

- Interruptores magnetotérmicos de alimentación ubicados en la parte superior del armario en una fila.
- Repartidores ópticos de tipo rack con bandejas de empalmes y con los conectores necesarios para la conexión de hasta 48 fibras ópticas por cada línea de alta tensión que salga desde la subestación.

Servicios auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares se realizará desde línea externa de media tensión y de dos transformadores de servicios auxiliares conectados a dos de los embarrados de media tensión (uno de cada transformador de potencia). La subestación se encontrará equipada con la siguiente infraestructura:

- Transformador de Servicios Auxiliares.
- Grupo electrógeno.
- Armario general de corriente alterna.
- Cuadros de distribución CA
 - Cuadro de fuerza y climatización.

- Cuadro general de alumbrado, para el edificio, accesos y parque intemperie.
- Armarios de corriente continua
- Rectificadores, cargadores y baterías de corriente continua 125 Vcc. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de protección.
- Convertidor y baterías 48 Vcc para comunicaciones. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de telecomunicaciones.
- Instalación de alumbrado.

Transformador de servicios auxiliares

Se instalarán dos (2) transformadores de servicios auxiliares será 30/0,4 kV de 160 kVA. A continuación, se detallan las características principales del mismo:

Transformador de servicios auxiliares	
Clase de servicio	Continuo
Clase de corriente	Trifásica
Frecuencia	50 HZ
U1 (AT)	30 KV
U2 (BT)	0,4 KV
Tensión máxima de servicio	36 KV
Nivel de aislamiento	70 kV / 170 kV
Potencia	160 kVA ONAN
Ucc %	6%
Conexión	Dyn11

Grupo electrógeno

Se emplearán cuatro (4) equipos con las siguientes características:

Grupo Electrógeno	
Potencia de emergencia / continuo	180 kVA / 144 kVA
Tensión de funcionamiento	400 V
Frecuencia	50 Hz
Fases	3
Combustible	Diesel

Sistema de medida fiscal

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias, para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida principal y comprobante. El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- Transformadores de tensión e intensidad ubicados en la salida de la posición de línea.

- Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 60,687 y UNE-EN 61,036 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión 0,2S.
- El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.
- Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 61,268 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión 0,5. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.

El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en los que sea posible la circulación de la energía.

- Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de máxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.
- Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de telemedida.

Para la medida de facturación de la instalación de generación Envatios XXIV Fase I y Envatios XXIV Fase II, se dispondrá de contador de facturación Comprobante en el extremo opuesto de la línea Línea 132 kV SE Valdilecha – SE Envatios XXIV, en la posición de llegada a la Subestación Envatios XXIV. El contador de facturación Principal también se dispondrá en la subestación Envatios XXIV.

Red de puesta a tierra

Como datos de partida para el cálculo inicial de la malla se utilizarán los siguientes:

- Tiempo de despeje de la falta (t): 0,5 s.
- Intensidad de falta monofásica a tierra: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad del terreno: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad de la capa superficial (grava): 3000 Ω m.
- Espesor de la capa de gravilla: 0,15 m

La red de tierras diseñada se compondrá, básicamente, de una retícula de cable de cobre desnudo y enterrada a una profundidad determinada según los cálculos correspondientes. El sistema de puesta a tierra de la Subestación se puede dividir en:

- Tierra general de la Subestación, compuesta por un mallado de conductores desnudos de cobre formando retículas lo más uniformes posible, las cuales estarán unidas mediante soldaduras aluminotérmicas.

- Tierra aérea de la Subestación compuesta por un sistema de al menos cuatro pararrayos tipo Franklin instalados en columnas de forma que se garantice la protección de la instalación frente a descargas atmosféricas.
- Tierra de estructuras y equipos, que garantiza la perfecta unión a tierra de estos elementos. Todas las partes metálicas de los nuevos soportes y aparellaje irán conectadas a la malla de tierra subterránea con cable de cobre desnudo mediante terminales apropiados o soldaduras aluminotérmicas si fuese necesario.
- Tierra de cerramiento, para garantizar el contacto a tierra del mismo.
- En caso de necesidad se instalarán picas profundas.

La instalación general de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de faltas a tierra.

Puesta a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se conectarán a las tierras de protección, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de todos los locales.
- Las vallas y las cercas metálicas.
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio.
- Los blindajes metálicos de todos los cables.
- Cualquier tubería y conducto metálico.
- Las tapas metálicas de los canales de cables prefabricados de hormigón.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

- Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada sea equipotencial.

Estructuras metálicas y soportes

Las estructuras metálicas a instalar en el parque de intemperie corresponden a los soportes de los pórticos de las salidas de las líneas, a los soportes para los embarrados principales y secundarios y a la aparamenta de alta tensión (seccionadores, interruptores, transformadores de intensidad y tensión, etc.). La estructura metálica para interior corresponde a los armarios de control, protección y servicios auxiliares.

Además, existen soportes de apoyo para los proyectores de iluminación exterior e iluminación perimetral del edificio.

Estos soportes estarán realizados con estructuras normalizadas de perfil de alma llena. Toda la estructura metálica será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completarán con herrajes y tornillería auxiliares de acero inoxidable para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Obra civil

La ejecución de la subestación requiere la realización de los trabajos de obra civil siguientes

- Movimiento de tierras incluyendo la adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota la plataforma sobre la que se construirá la subestación.
- Ejecución de viales de acceso y de viales interiores de la subestación.
- Urbanización del terreno incluida la capa de grava superficial.
- Construcción de un edificio para albergar los equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de MT
- Sistema de drenajes, abastecimiento de agua y saneamiento de la instalación.
- Cimentaciones, bancadas para los transformadores y muro cortafuegos.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

Se detallan a continuación algunos aspectos relevantes de la obra civil de la subestación.

Movimiento de tierras

La plataforma explanada deberá ser totalmente horizontal. Se determinará el Nivel de terreno explanado (NTE) de la plataforma en base a:

- La topografía de la parcela.

- Las características del terreno que se describan en el informe geotécnico.
- Los métodos de ejecución y materiales indicados en las prescripciones generales para las obras de carreteras y puentes en vigor.
- Los accesos y drenajes previstos.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m. 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. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%. La categoría de la explanada será E1 (módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga según NLT-357 ≥ 60 MPa). Para su formación únicamente se permitirá el empleo de los siguientes suelos definidos según el artículo 330 del PG3:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma.
- Suelos Adecuados y/o Tolerables: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

El material clasificado como marginal o inadecuado no podrá ser utilizado en ninguna parte de la obra. Todas las tierras procedentes de desmontes y excavaciones serán depositadas en vertederos autorizados. Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra o revegetación de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno textural y cromáticamente. El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Plataformas

Siempre y cuando sea requerido por condiciones del terreno (orografía, hidrología, etc.) se considerará la creación de una base compactada de tierra extraída de cantera de unos 0,6 – 0,9m por encima de la cota nivelada del terreno.

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).

En el camino de acceso a la parcela se construirá un sistema similar al de la plataforma, con los drenajes transversales, caños, bajantes, etc. que sean necesarios. Para el cálculo del drenaje de la plataforma, se seguirá en todos los casos la Instrucción de Carreteras 5.2-IC del Ministerio de Fomento.

- Muros de Escollera: 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. Para el proyecto y ejecución de los muros de escollera, se seguirá en todos los casos los criterios de diseño y cálculos establecidos en la Guía para el Proyecto y la ejecución de Muros de Escollera en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento.

- Muros de Hormigón armado: Cuando al ejecutarse la explanada las laderas o taludes presenten problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado. Los materiales a emplear en el diseño y construcción del muro serán los siguientes:
 - Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
 - Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²). Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Red de viales interiores y de acceso

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. Los viales se realizan de aglomerado asfáltico u hormigón y se asientan sobre una base de grava-cemento de 150 mm de espesor y una sub-base de suelo-cemento de 150 mm 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.

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. Para la colocación de la malla geotextil (si es requerida) y adcentamiento 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. Se colocará una lámina geotextil entre la grava y el terreno con objeto de que no crezcan plantas. Se recubrirá la instalación con una capa de 15 cm. de grava de dimensiones entre 2 y 5 cm.

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Drenajes

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales 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.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La subestación contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado.

Se instalará un cerramiento de malla de simple torsión. Este cerramiento de 2,5 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión.

La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 400x400x500 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 7x2,5 m, galvanizadas.

Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

El sistema de vigilancia perimetral tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Cimentaciones

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. 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 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.

Cualquiera de las soluciones adoptadas deberá tener en cuenta la capacidad portante indicada en el informe geotécnico. Si el terreno exigiese tipos especiales de cimentación, ésta se realizará de acuerdo con el informe geotécnico.

Bancadas de los transformadores

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte y un foso de recogida de aceite. 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 un cubeto con tres compartimentos separados por dos vigas sobre las que se embeberán vías de rodadura para el apoyo del transformador. Los compartimentos estarán comunicados mediante un tubo de hormigón para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida. Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
- Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²) Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Las vías de circulación de los transformadores se construirán de hormigón armado, y se calcularán como vigas o placas en lecho elástico solicitadas por la carga móvil total del equipo desplazándose de principio a fin de recorrido. Los carriles se dejarán sobre placas o dispositivos de nivelación fina que garanticen su perfecta colocación y que quedarán embebidos en un hormigonado de segunda fase.

La red para la evacuación del aceite estará constituida por tubos. Dichos tubos irán enterrados en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para evacuar el aceite y/o el agua de la bancada hasta el depósito recolector.

Depósito 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 un 30 % 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, de tal forma que cuando se supere ese nivel se emitirá una señal al sistema de control de la subestación.

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 HM-10/P/40/IIa de al menos 10 cm. de espesor y se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ a los 28 días) con acero corrugado Acero B500S ($f_y > 500 \text{ N/mm}^2$, $f_s > 550 \text{ N/mm}^2$) atado con alambre recocado.

Muro 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.

Canalizaciones y arquetas

En función del tipo de cable, se dispondrán de los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalización para el tendido de los cables de control. Se emplearán canales prefabricados de hormigón con sus correspondientes tapas y demás accesorios que faciliten el tendido de los cables en su interior. El canal estará dotado de un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua en su interior. Las tapas de los canales de cables deberán poder ser levantadas sin necesidad de romperlas. El peso y dimensiones serán tales que puedan ser manejadas por una persona con facilidad. Para el paso por viales se emplearán tapas metálicas galvanizadas en caliente que se deberán conectarán a la malla general de la red de tierras de la subestación.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para la recogida de las diferentes mangueras de cables de los equipos a instalar.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para los cables de potencia de Servicios Auxiliares.

- Canalización para el tendido de cables de potencia desde los transformadores de potencia hasta las celdas en el interior del Edificio. Se emplearán un mínimo de 3 tubos de 200mm. de diámetro de polietileno de alta densidad de doble pared con interior liso. Para el paso de cables bajo viales los tubos deberán ir embebidos en dados de hormigón.

Para el tendido y la conexión de los cables de control, alumbrado y fuerza, drenajes, fosa séptica, depósito y sistema de recogida de aceite se construirán arquetas de hormigón con tapa de hormigón armado, de las dimensiones adecuadas y que interconectarán los tramos de tubos de Polietileno.

Edificio

Características generales

Para la ubicación de los equipos de control, protección, comunicaciones y servicios auxiliares, así como las celdas de MT, se construirá, utilizando materiales típicos de la zona e integrado en el entorno natural, con las siguientes dependencias para albergar los distintos elementos y equipos que componen el sistema:

- Dependencia 1: Sala de Celdas de MT.
- Dependencia 2: Sala de paneles de control y protección y comunicaciones.
- Dependencia 3: Sala de SSAA.

La estructura principal del edificio se construirá mediante elementos prefabricados de hormigón armado o estructura metálica, realizándose “in situ” la cimentación, la solera para el asiento y el cerramiento.

Distribución tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor. La superficie construida aproximada es de 132 m² (15.3 x 8.6 m).

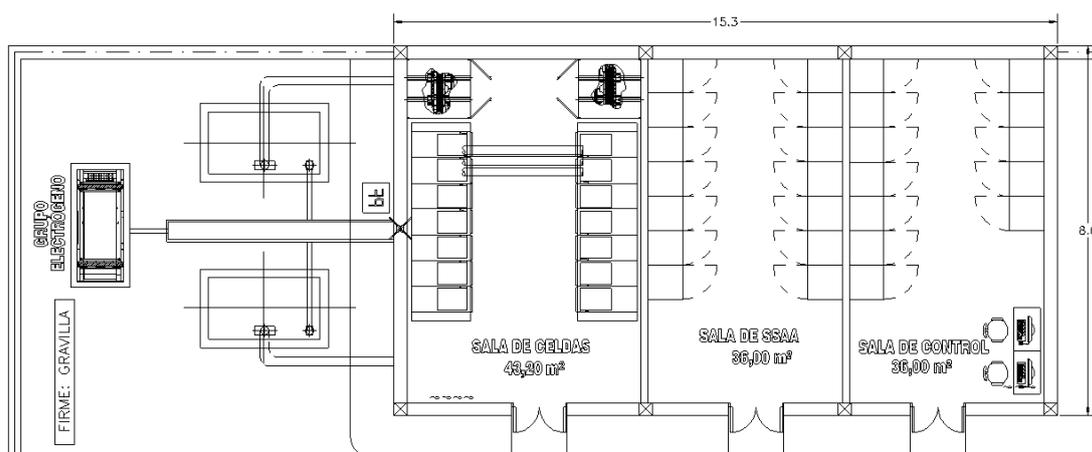


Figura 17: Ejemplo de edificio subestación

Instalaciones

Fontanería y saneamiento

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

Con objeto de mantener la temperatura en el edificio por debajo de los valores recomendados, será necesario instalar un sistema de ventilación que asegure la renovación del aire de forma que se consigan unas condiciones ambientales óptimas para el funcionamiento de los equipos electrónicos.

En la sala de celdas de MT, baterías y generador diésel, y con el fin de renovar cíclicamente el aire de la citada sala, se instalará un sistema de ventilación forzada compuesto por al menos dos extractores axiales murales con motor monofásico o trifásico. Deberá disponer de un dispositivo que permita la posibilidad de conectarlo en modo manual o automático para renovaciones periódicas del aire en las salas. Las puertas de la sala dispondrán de rejillas con objeto de facilitar la ventilación natural.

El resto de las salas serán climatizadas conforme lo marca el RITE, ya que albergara personal de forma continuada por el mantenimiento de la subestación y la planta solar. La instalación se realizará mediante Split y maquinas individuales de las salas que se consideren necesarias.

Sistema antiintrusión

El edificio deberá tener un sistema anti-intrusos provisto de sensores de movimiento y sensores de apertura de puertas.

Sistema de protección contra incendios

El objeto del sistema de detección de incendios será detectar de forma automática, de manera precoz y sin ninguna intervención humana, conatos de incendio que puedan producirse en zonas predeterminadas con el fin de señalar tales circunstancias mediante alarmas ópticas y acústicas locales y a distancia. Estará constituido por los siguientes componentes:

- Detectores ópticos en todas las dependencias.
- Detectores termovelocimétricos en las salas que albergan los Transformadores de Servicios Auxiliares (aparte de los ópticos).
- Equipo de Control y Señalización. El armario será de tipo modular y tendrá la posibilidad de controlar al menos 6 zonas de la instalación. Se instalarán relés suficientes para poder transmitir señales al Centro de Control de Redes.
- Otros componentes auxiliares: Pulsadores manuales de alarma, pilotos de señalización, sirena de alarma, señalizaciones fotoluminiscentes en las vías de evacuación y extintores polivalentes (6 kg.) y de polvo y extintor móvil de polvo (ABC 25 kg)

Se instalará un sistema de seguridad para la detección de intrusos en la instalación que permitirá detectar una intrusión de personas no autorizadas, y comunicar a la Central de Alarmas las incidencias que se originen. Podrá ser activado/desactivado localmente por personal autorizado introduciendo un código. Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Central de Alarmas encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar o transmitir las señales generadas en consecuencia.

- Detectores volumétricos duales: Infrarrojos + microondas. Se instalarán en todas las dependencias del Edificio.
- Sirena Exterior. Se instalará en zona visible en todas las dependencias.

Instalación eléctrica

Baja Tensión. Para permitir el funcionamiento del edificio, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares. Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares. El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección. Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra. La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación. Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia. La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal. La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía.

1.3.2.6 Subestación "Envatios XXIV Fase III"

Se proyecta la presente subestación en el municipio de Torres de la Alameda, para evacuar la energía generada por la planta Solar Fotovoltaica Envatios XXIV-Fase III, con una potencia nominal de 60MWn. En esta subestación se elevará la tensión del parque fotovoltaico de 30kV a 132kV, tensión a la que se conectará esta subestación mediante la línea la Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV con la Subestación Envatios XXIV, donde se elevará la tensión a 220 kV, nivel de tensión adecuado para su conexión al sistema eléctrico en la subestación “Fuencarral 220kV”, propiedad de REE.

La Subestación Envatios XXIV Fase III, tiene una superficie aproximada de 1.664m², contando con una configuración Radial (posición conjunta Trafo/Línea) y contará con un (1) Transformador de Potencia, de 70 MVA 132/30kV, además de la bahía para la salida de la Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV.

Parámetros básicos de diseño

Las instalaciones proyectadas tendrán los siguientes parámetros de diseño:

Parámetros básicos de diseño		
Subestación Elevadora	AT	MT
Tensión nominal	132 kV	30 kV
Tensión más elevada para el material	145 kV	36 kV
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Conexión del neutro del transformador	Rígido a tierra	Reactancia P.a.T.
Intensidad nominal de la aparamenta	2000 A	630 / 2000 A
Intensidad máxima de defecto trifásico 1s	31,5 kA	31.5 kA
Altitud	662 msnm	

Composición de la subestación

En la subestación se produce la transformación de media tensión a alta tensión. Localizado en la zona de alta tensión de la instalación exterior se encuentra el parque de 132 kV y la conexión con la línea de evacuación. Su composición será la siguiente:

Cantidad	Composición subestación
1	Posición mixta de transformador/línea compuesta por:
1	Transformador de Potencia
1	Seccionador Tripolar con puesta a tierra
1	Interruptor Tripolar
3	Transformadores de Intensidad
3	Transformadores de Tensión
6	Pararrayos (autoválvula)

Descripción técnica

En el parque intemperie se instalará un (1) Transformador de Potencia de 70MVA para el PFV ENVATIOS XXIV FASE III. Las principales características se detallan a continuación:

Transformador de potencia	
Trasformador	TRP ENVATIOS XXIV
Relación de transformación	132±10x1,1% / 30 kV
Tipo de servicio	Continuo
Potencia	55/70 MVA
Frecuencia	50 Hz
Sistema de refrigeración	ONAN/ONAF
Conexión	Estrella-Triángulo
Grupo de conexión	YNd11
Impedancia de cortocircuito	11%
Regulación	En carga
Nivel aislamiento Devanado Primario	145 kV
Nivel aislamiento Devanado Secundario	36 kV

Además, el transformador dispondrá de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión
- Indicador de nivel de aceite
- Desecador de silicagel
- Relé protección Buchholz
- Termómetro
- Válvula de alivio de sobrepresión
- Tapón de vaciado y toma de muestras
- Válvulas de filtrado
- Radiadores desmontables con válvula de independización
- Calzas aislantes

Interruptores

La subestación dispondrá de los siguientes interruptores:

Interruptores	
Cantidad	1 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Tiempo de apertura int	50 ms
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Interrupidores	
Tipo aislador	Porcelana
Funcionamiento	Tripolar

Seccionadores con puesta a tierra

La subestación dispondrá de los siguientes seccionadores con puesta a tierra:

Seccionadores con puesta a tierra	
Cantidad	1 (tripolar)
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Intensidad nominal	2000 A
Intensidad de cortocircuito	31,5 kA
Valor de cresta de corriente admisible	80 kA
Nivel de aislamientos	145 kV
Tensión pico soportada máxima	650 kV
Rango de temperatura de trabajo	-25°C / +40°C

Transformadores de tensión

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de tensión:

Transformadores de tensión	
Cantidad	3
Tipo	Inductivo
Tensión nominal	145 kV
Relación	$132.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3}$
V _{PRIMARIO}	$132.000/\sqrt{3}$
Secundario 1	25VA cl 0.5-3P
Secundario 2	25VA cl 0.5-3P
Secundario 3	25VA cl 0,2
Número devanados	3

Transformadores de intensidad

La subestación dispondrá de los siguientes transformadores de intensidad:

Transformadores de intensidad	
Cantidad	3
Relación	$400-800 / 5-5-5-5 A$
V _{NOMINAL}	145 kV
Número devanados	4
VA	20 – 20 – 20 – 10
CL	5P20 – 5P20 – 5P20 – cl 0,2s

Pararrayos - Autoválvulas

Las subestaciones dispondrán de los siguientes pararrayos autoválvulas:

Pararrayos - Autoválvulas	
Cantidad	6
Tensión nominal	145 kV
Frecuencia	50 HZ
Tensión de servicio continuo	120 kV
Tensión asignada	92 kV
Intensidad de descarga nominal (onda 8/20 μ s)	10 kA
Clase de descarga	3
Contador de descargas	Incluido

Celdas de media tensión

Desde los centros de transformación de salida, que se encuentran ubicados en la planta fotovoltaica Envatios XXIV Fase III, se realizarán las conexiones mediante la red de media tensión de las plantas fotovoltaicas con la sala de media tensión.

Esta sala de celdas de media tensión está ubicada dentro del edificio de la subestación. Las celdas de media tensión realizan las funciones de acometer los conductores procedentes de la instalación generadora fotovoltaica para posteriormente conectarlos a los devanados de media tensión de los transformadores de potencia. La configuración de los embarrados de Media Tensión se detalla a continuación:

Tipo de Celda	Barra 1
Celda de protección Transformador	1
Celda de protección de Línea	5
Celda de reserva de Línea	1
Celda conexión Banco Condensadores	1
Celda conexión de SSAA	1

Cada celda de línea/transformador de MT estará dotada de:

- Compartimento para interruptor (de línea o transformador, según aplicación).
- Compartimento de seccionador y seccionador de puesta a tierra.
- Protecciones
 - Celdas de línea: 50/51, 50N/51N
 - Celdas de Trafo: 50/51, 50N/51N, 64
- Manómetro indicador de estado nivel de SF6.
- Transformadores de intensidad en cada posición.
- 1 juego de Transformadores de tensión en cada embarrado.

Las características técnicas de las celdas son:

Celdas de media tensión		
Característica	Línea/SSAA/Condensadores	Transformador
Tensión nominal (kV)	30	30
Tensión Máxima de Aislamiento (kV)	36	36
Intensidad nominal (A)	630	2000
Intensidad nominal de corte (kA)	31,5	31,5
Capacidad de cierre en cortocircuito (kA)	80 (cresta)	80 (cresta)
Intensidad nominal de corta duración (kA/s)	Max 31,5/3	Max 31,5/3
Resistencia frente arcos internos (kA/s)	31,5	31,5
Presión nominal relativa de gas SF6 a 20°C (bar)	0,30	0,30
Temperatura ambiente (OC)	-5º / 40º	-5º / 40º
Altitud (msnm)	< 1.060	< 1.060
Humedad relativa (%)	< 90	< 90
Grado de protección: Compartimento MT	IP65	IP65
Grado de protección: Compartimento BT	IP41	IP41

Conectado a cada devanado de MT del transformador de potencia, se instalará una reactancia de puesta a tierra con su respectivo juego de autoválvulas.

Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares

La Sala de Control se ubicará en una sala aparte a la de media tensión, contigua a esta, con los siguientes armarios:

- Armarios de control y protección
 - 1 posición de transformador
 - 1 posición de línea
- Armario con UCS y SCADA SET más telecomunicaciones.
- Armarios de medida, uno para cada posición de línea.
- Armarios y equipos de servicios auxiliares (SSAA).

La Sala de Servicios Auxiliares también contará con un habitáculo separado de las de Media Tensión y Control.

Sistema de control y protección

El sistema de control a implementar en las subestaciones constará, de una unidad central de subestación (en adelante UCS) que centralizará las órdenes y señales provenientes de todas las unidades de control local de cada una de las posiciones que constituyen la subestación. Se instalará en un armario de servicios generales junto con los concentradores de comunicaciones necesarios para que la remota enlace con las citadas unidades de control local. El sistema será de tipo jerarquizado, formado por los siguientes equipos:

Sistema de Protección de Línea		Tipo
Protección diferencial de línea		87L
Distancia		21
Protección de mínima de tensión		27
Protección de máxima tensión		59
Protección direccional de corriente de neutro		67N
Fallo de interruptor		50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo		3
Protección de fallo de interruptor		50BF
Protección de sincronismo		25
Sistema de Protección de Transformador		Tipo
Protección diferencial de transformador		87T
Protección diferencial de neutro		87N
Overcurrent Protection		50/51 – 50N/51N
Protección de frecuencia		81M/m
Fallo de interruptor		50S-62
Vigilancia de circuitos de disparo		3
Protección de mínima de tensión		27
Protección de máxima tensión		59
Sincronismo		25
Máxima corriente continua		76
Relé Buchholz		Detección de gases
Cambiador Tap en carga		Regulación de voltaje
Válvula de presión		Sobrepresión
Relé térmico		Temperatura

En este caso, en el que la subestación es radial con posición mixta línea-transformador, las protecciones indicadas para la posición de línea y de transformador que aparecen duplicadas se unifican.

Sistema de Medida	
Contador Comprobante Facturación	1 ud. (posición de salida en AT)
Contador Principal Facturación	1 ud. (en extremo opuesto LAT, llegada a SE Envatios XXIV)-

Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones deberá permitir el mando y la monitorización en remoto de la subestación, así como realizar las tareas de telemando, telegestión y telemedida desde el Centro de Control de Redes de la compañía gestora de la Red. En la sala de control del edificio, y junto al armario de servicios generales, se instalará el armario de comunicaciones. En este armario se instalarán los equipos necesarios para el enlace entre la subestación y el Centro de Control. El armario de comunicaciones contendrá:

- Interruptores magnetotérmicos de alimentación ubicados en la parte superior del armario en una fila.
- Repartidores ópticos de tipo rack con bandejas de empalmes y con los conectores necesarios para la conexión de hasta 48 fibras ópticas por cada línea de alta tensión que salga desde la subestación.

Servicios auxiliares

La alimentación de los servicios auxiliares se realizará desde línea externa de media tensión y de dos transformadores de servicios auxiliares conectados a dos de los embarrados de media tensión (uno de cada transformador de potencia). La subestación se encontrará equipada con la siguiente infraestructura:

- Transformador de Servicios Auxiliares.
- Grupo electrógeno.
- Armario general de corriente alterna.
 - Cuadros de distribución CA
 - Cuadro de fuerza y climatización.
- Cuadro general de alumbrado, para el edificio, accesos y parque intemperie.
- Armarios de corriente continua
- Rectificadores, cargadores y baterías de corriente continua 125 Vcc. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de protección.
- Convertidor y baterías 48 Vcc para comunicaciones. Doble sistema alimentando cada uno un sistema de telecomunicaciones.
- Instalación de alumbrado.

Transformador de servicios auxiliares

Se instalarán un (1) transformador de servicios auxiliares será 30/0,4 kV de 160 kVA. A continuación, se detallan las características principales del mismo:

Transformador de servicios auxiliares	
Clase de servicio	Continuo
Clase de corriente	Trifásica
Frecuencia	50 HZ
U1 (AT)	30 KV
U2 (BT)	0,4 KV
Tensión máxima de servicio	36 KV
Nivel de aislamiento	70 kV / 170 kV
Potencia	160 kVA ONAN
Ucc %	6%
Conexión	Dyn11

Grupo electrógeno

Se empleará un equipo con las siguientes características:

Grupo Electrógeno	
Potencia de emergencia / continuo	180 kVA / 144 kVA
Tensión de funcionamiento	400 V
Frecuencia	50 Hz
Fases	3
Combustible	Diesel

Sistema de medida fiscal

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias, para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida principal y comprobante. El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- Transformadores de tensión e intensidad ubicados en la salida de la posición de línea.
- Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 60,687 y UNE-EN 61,036 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión 0,2S.
- El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.
- Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 61,268 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión 0,5. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.

El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en los que sea posible la circulación de la energía.

- Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de máxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- El período de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.
- Dispondrá de un módem para red telefónica conmutada, compatible con el puesto central de telemedida.

Para la medida de facturación de la instalación de generación Envatios XXIV Fase III, se dispondrá de contador de facturación Comprobante en la posición de salida de la Línea. En la Subestación Envatios XXIV se dispondrá del contador de facturación Principal en la llegada de esta Línea.

Red de puesta a tierra

Como datos de partida para el cálculo inicial de la malla se utilizarán los siguientes:

- Tiempo de despeje de la falta (t): 0,5 s.
- Intensidad de falta monofásica a tierra: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad del terreno: En función de la ubicación de la instalación.
- Resistividad de la capa superficial (grava): 3000 Ωm .
- Espesor de la capa de gravilla: 0,15 m

La red de tierras diseñada se compondrá, básicamente, de una retícula de cable de cobre desnudo y enterrada a una profundidad determinada según los cálculos correspondientes. El sistema de puesta a tierra de la Subestación se puede dividir en:

- Tierra general de la Subestación, compuesta por un mallado de conductores desnudos de cobre formando retículas lo más uniformes posible, las cuales estarán unidas mediante soldaduras aluminotérmicas.
- Tierra aérea de la Subestación compuesta por un sistema de al menos cuatro pararrayos tipo Franklin instalados en columnas de forma que se garantice la protección de la instalación frente a descargas atmosféricas.
- Tierra de estructuras y equipos, que garantiza la perfecta unión a tierra de estos elementos. Todas las partes metálicas de los nuevos soportes y aparellaje irán conectadas a la malla de tierra subterránea con cable de cobre desnudo mediante terminales apropiados o soldaduras aluminotérmicas si fuese necesario.
- Tierra de cerramiento, para garantizar el contacto a tierra del mismo.
- En caso de necesidad se instalarán picas profundas.

La instalación general de puesta a tierra inferior cumplirá las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de faltas a tierra.

Puesta a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Se conectarán a las tierras de protección, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de todos los locales.

- Las vallas y las cercas metálicas.
- Los soportes, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio.
- Los blindajes metálicos de todos los cables.
- Cualquier tubería y conducto metálico.
- Las tapas metálicas de los canales de cables prefabricados de hormigón.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los limitadores, descargadores, autoválvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada sea equipotencial.

Estructuras metálicas y soportes

Las estructuras metálicas a instalar en el parque de intemperie corresponden a los soportes de los pórticos de las salidas de las líneas, a los soportes para los embarrados principales y secundarios y a la aparamenta de alta tensión (seccionadores, interruptores, transformadores de intensidad y tensión, etc.). La estructura metálica para interior corresponde a los armarios de control, protección y servicios auxiliares.

Además, existen soportes de apoyo para los proyectores de iluminación exterior e iluminación perimetral del edificio.

Estos soportes estarán realizados con estructuras normalizadas de perfil de alma llena. Toda la estructura metálica será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completarán con herrajes y tornillería auxiliares de acero inoxidable para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Obra civil

La ejecución de la subestación requiere la realización de los trabajos de obra civil siguientes

- Movimiento de tierras incluyendo la adecuación del terreno, explanaciones y rellenos necesarios hasta dejar a cota la plataforma sobre la que se construirá la subestación.
- Ejecución de viales de acceso y de viales interiores de la subestación.

- Urbanización del terreno incluida la capa de grava superficial.
- Construcción de un edificio para albergar los equipos de control, protección y comunicaciones y los servicios auxiliares de CA y CC; así como las celdas del sistema de MT
- Sistema de drenajes, abastecimiento de agua y saneamiento de la instalación.
- Cimentaciones, bancadas para los transformadores y muro cortafuegos.
- Arquetas y canalizaciones para el paso de cables.
- Cierre perimetral, puerta de acceso y señalización.

Se detallan a continuación algunos aspectos relevantes de la obra civil de la subestación.

Movimiento de tierras

La plataforma explanada deberá ser totalmente horizontal. Se determinará el Nivel de terreno explanado (NTE) de la plataforma en base a:

- La topografía de la parcela.
- Las características del terreno que se describan en el informe geotécnico.
- Los métodos de ejecución y materiales indicados en las prescripciones generales para las obras de carreteras y puentes en vigor.
- Los accesos y drenajes previstos.

Los desmontes o terraplenes no tendrán una altura superior a 2 m. 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. La pendiente de los taludes no podrá ser superior al 50%. La categoría de la explanada será E1 (módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga según NLT-357 \geq 60 MPa). Para su formación únicamente se permitirá el empleo de los siguientes suelos definidos según el artículo 330 del PG3:

- Suelos seleccionados: Serán los que se utilicen para la coronación de la plataforma.
- Suelos Adecuados y/o Tolerables: Se utilizarán en cimientos y núcleos de rellenos.

El material clasificado como marginal o inadecuado no podrá ser utilizado en ninguna parte de la obra. Todas las tierras procedentes de desmontes y excavaciones serán depositadas en vertederos autorizados.

Se extenderá tierra vegetal en los taludes como soporte de una posterior siembra o revegetación de manera que todas las superficies queden integradas en el entorno textural y cromáticamente. El orden de realización de los trabajos será:

- Extendido de tierra vegetal sobre las superficies.
- Preparación del terreno.
- Siembra/revegetación.

Plataformas

Siempre y cuando sea requerido por condiciones del terreno (orografía, hidrología, etc.) se considerará la creación de una base compactada de tierra extraída de cantera de unos 0,6 – 0,9m por encima de la cota nivelada del terreno.

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).

En el camino de acceso a la parcela se construirá un sistema similar al de la plataforma, con los drenajes transversales, caños, bajantes, etc. que sean necesarios. Para el cálculo del drenaje de la plataforma, se seguirá en todos los casos la Instrucción de Carreteras 5.2-IC del Ministerio de Fomento.

- Muros de Escollera: 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. Para el proyecto y ejecución de los muros de escollera, se seguirá en todos los casos los criterios de diseño y cálculos establecidos en la Guía para el Proyecto y la ejecución de Muros de Escollera en Obras de Carretera del Ministerio de Fomento.
- Muros de Hormigón armado: Cuando al ejecutarse la explanada las laderas o taludes presenten problemas de estabilidad, estará justificada la ejecución de muros, que deberán proporcionar un nivel de contención o de sostenimiento adecuado. Los materiales a emplear en el diseño y construcción del muro serán los siguientes:
 - Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.
 - Acero B500S ($f_y > 500$ N/mm², $f_s > 550$ N/mm²). Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Red de viales interiores y de acceso

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. Los viales se realizan de aglomerado asfáltico u hormigón y se asientan sobre una base de grava-cemento de 150 mm de espesor y una sub-base de suelo-cemento de 150 mm 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.

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. Para la colocación de la malla geotextil (si es requerida) y 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. Se colocará una lámina geotextil entre la grava y el terreno con objeto de que no crezcan plantas. Se recubrirá la instalación con una capa de 15 cm. de grava de dimensiones entre 2 y 5 cm.

La red de viales interiores de la planta unirá las Cabinas de transformación con el edificio de control/almacén, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Drenajes

El drenaje comprenderá:

- La recogida de las aguas pluviales 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.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y acordes al terreno.

Vallado perimetral y sistema de seguridad

La subestación contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado. Se instalará un cerramiento de malla de simple torsión. Este cerramiento de 2,5 metros de altura. Los postes serán tubulares de acero galvanizado, colocándose un poste cada 3,5 m y en todos los cambios de dirección y cada 35 m se instalará un poste de tensión. La cimentación se ejecutará mediante dados de hormigón de 400x400x500 mm.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de dimensiones mínimas 7x2,5 m, galvanizadas. Cualquier detalle constructivo con la finalidad de mantener el vallado perimetral bajo prescripciones ambientales será implementado según normativa local o indicaciones específicas de las autoridades ambientales.

El sistema de vigilancia perimetral tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se pueda producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad diseñado deberá cumplir con la versión más reciente de las normas EN, UNI, NEC, UL, IEC, IEEE, ANSI, NEMA, CEI, SANS, los requisitos legales y las regulaciones emitidas por los organismos o autoridades locales. Los materiales y equipos deberán contar con certificación IMQ u otra certificación local o internacional acreditada equivalente (es decir, CE, UL, etc.).

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación y está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación se instalará un sistema de control de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.

- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de Circuito Cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de las señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusiones.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Cimentaciones

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. 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 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.

Cualquiera de las soluciones adoptadas deberá tener en cuenta la capacidad portante indicada en el informe geotécnico. Si el terreno exigiese tipos especiales de cimentación, ésta se realizará de acuerdo con el informe geotécnico.

Bancadas de los transformadores

Las bancadas de los transformadores de potencia estarán formadas por una losa soporte y un foso de recogida de aceite. 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 un cubeto con tres compartimentos separados por dos vigas sobre las que se embeberán vías de rodadura para el apoyo del transformador. Los compartimentos estarán comunicados mediante un tubo de hormigón para la eventual evacuación del aceite del transformador al depósito de recogida.

Los materiales a emplear en el diseño y construcción de las bancadas serán los siguientes:

- Hormigón HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25$ N/mm² a los 28 días). Coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,5.

- Acero B500S ($f_y > 500 \text{ N/mm}^2$, $f_s > 550 \text{ N/mm}^2$) Coeficiente parcial de seguridad para el acero de 1,15.

Las vías de circulación de los transformadores se construirán de hormigón armado, y se calcularán como vigas o placas en lecho elástico solicitadas por la carga móvil total del equipo desplazándose de principio a fin de recorrido. Los carriles se dejarán sobre placas o dispositivos de nivelación fina que garanticen su perfecta colocación y que quedarán embebidos en un hormigonado de segunda fase. La red para la evacuación del aceite estará constituida por tubos. Dichos tubos irán enterrados en zanja a la profundidad necesaria y con una pendiente mínima del 2% para evacuar el aceite y/o el agua de la bancada hasta el depósito recolector.

Depósito 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 un 30 % 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, de tal forma que cuando se supere ese nivel se emitirá una señal al sistema de control de la subestación.

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 HM-10/P/40/IIa de al menos 10 cm. de espesor y se fabricará en hormigón armado HA-25/P/20/IIa ($f_{ck} > 25 \text{ N/mm}^2$ a los 28 días) con acero corrugado Acero B500S ($f_y > 500 \text{ N/mm}^2$, $f_s > 550 \text{ N/mm}^2$) atado con alambre recocado.

Muro 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.

Canalizaciones y arquetas

En función del tipo de cable, se dispondrán de los siguientes tipos de canalizaciones:

- Canalización para el tendido de los cables de control. Se emplearán canales prefabricados de hormigón con sus correspondientes tapas y demás accesorios que faciliten el tendido de los cables en su interior. El canal estará dotado de un sistema de drenaje para evitar la acumulación de agua en su interior. Las tapas de los canales de cables deberán poder ser levantadas sin necesidad de romperlas. El peso y dimensiones serán tales que puedan ser manejadas por una persona con facilidad. Para el paso por viales se emplearán tapas metálicas galvanizadas en caliente que se deberán conectarán a la malla general de la red de tierras de la subestación.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para la recogida de las diferentes mangueras de cables de los equipos a instalar.
- Canalización formada por un tubo de polietileno corrugado, de sección adecuada, para los cables de potencia de Servicios Auxiliares.
- Canalización para el tendido de cables de potencia desde los transformadores de potencia hasta las celdas en el interior del Edificio. Se emplearán un mínimo de 3 tubos de 200mm. de diámetro de polietileno de alta densidad de doble pared con interior liso. Para el paso de cables bajo viales los tubos deberán ir embebidos en dados de hormigón.

Para el tendido y la conexión de los cables de control, alumbrado y fuerza, drenajes, fosa séptica, depósito y sistema de recogida de aceite se construirán arquetas de hormigón con tapa de hormigón armado, de las dimensiones adecuadas y que interconectarán los tramos de tubos de Polietileno.

Edificio

Características generales

Para la ubicación de los equipos de control, protección, comunicaciones y servicios auxiliares, así como las celdas de MT, se construirá, utilizando materiales típicos de la zona e integrado en el entorno natural, con las siguientes dependencias para albergar los distintos elementos y equipos que componen el sistema:

- Dependencia 1: Sala de Celdas de MT.
- Dependencia 2: Sala de paneles de control y protección y comunicaciones.
- Dependencia 3: Sala de SSAA.

La estructura principal del edificio se construirá mediante elementos prefabricados de hormigón armado o estructura metálica, realizándose “in situ” la cimentación, la solera para el asiento y el cerramiento.

Distribución tipo

Como ejemplo se presenta un edificio tipo para una instalación de similares características. La superficie del edificio se ajustará a los espacios necesarios según las especificaciones técnicas del promotor. La superficie construida aproximada es de 132 m² (15.3 x 8.6 m).

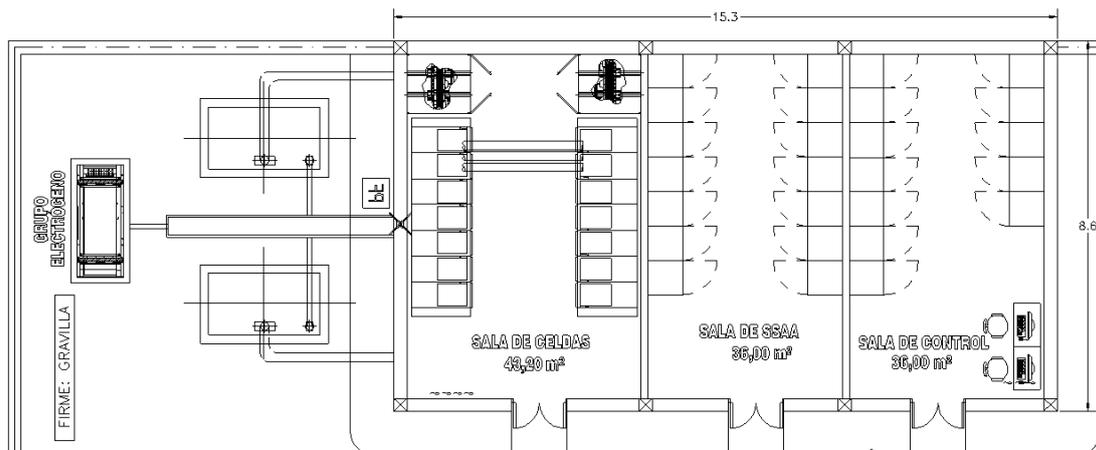


Figura 18: Ejemplo de edificio subestación

Fontanería y saneamiento

Se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un depósito-filtro biológico y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal.

Aire acondicionado y ventilación

Con objeto de mantener la temperatura en el edificio por debajo de los valores recomendados, será necesario instalar un sistema de ventilación que asegure la renovación del aire de forma que se consigan unas condiciones ambientales óptimas para el funcionamiento de los equipos electrónicos.

En la sala de celdas de MT, baterías y generador diésel, y con el fin de renovar cíclicamente el aire de la citada sala, se instalará un sistema de ventilación forzada compuesto por al menos dos extractores axiales murales con motor monofásico o trifásico. Deberá disponer de un dispositivo que permita la posibilidad de conectarlo en modo manual o automático para renovaciones periódicas del aire en las salas. Las puertas de la sala dispondrán de rejillas con objeto de facilitar la ventilación natural.

El resto de las salas serán climatizadas conforme lo marca el RITE, ya que albergara personal de forma continuada por el mantenimiento de la subestación y la planta solar. La instalación se realizará mediante Split y maquinas individuales de las salas que se consideren necesarias.

Sistema antiintrusión

El edificio deberá tener un sistema anti-intrusos provisto de sensores de movimiento y sensores de apertura de puertas.

Sistema de protección contra incendios

El objeto del sistema de detección de incendios será detectar de forma automática, de manera precoz y sin ninguna intervención humana, conatos de incendio que puedan producirse en zonas predeterminadas con el fin de señalar tales circunstancias mediante alarmas ópticas y acústicas locales y a distancia. Estará constituido por los siguientes componentes:

- Detectores ópticos en todas las dependencias.
- Detectores termovelocimétricos en las salas que albergan los Transformadores de Servicios Auxiliares (aparte de los ópticos).

- Equipo de Control y Señalización. El armario será de tipo modular y tendrá la posibilidad de controlar al menos 6 zonas de la instalación. Se instalarán relés suficientes para poder transmitir señales al Centro de Control de Redes.
- Otros componentes auxiliares: Pulsadores manuales de alarma, pilotos de señalización, sirena de alarma, señalizaciones fotoluminiscentes en las vías de evacuación y extintores polivalentes (6 kg.) y de polvo y extintor móvil de polvo (ABC 25 kg)

Se instalará un sistema de seguridad para la detección de intrusos en la instalación que permitirá detectar una intrusión de personas no autorizadas, y comunicar a la Central de Alarmas las incidencias que se originen. Podrá ser activado/desactivado localmente por personal autorizado introduciendo un código. Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Central de Alarmas encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Detectores volumétricos duales: Infrarrojos + microondas. Se instalarán en todas las dependencias del Edificio.
- Sirena Exterior. Se instalará en zona visible en todas las dependencias.

Instalación eléctrica

Baja Tensión: Para permitir el funcionamiento del edificio, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares. Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

Panel de servicios auxiliares: El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección. Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Puesta a tierra: La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Iluminación: Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

Luces de emergencia: La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal. La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía

1.3.2.7 Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXIV

Esta línea aérea de 132 kV se proyecta con el objetivo de evacuar la energía generada por las plantas solares fotovoltaicas Envatios XXIV Fase I (70MWn) y Envatios XXIV Fase II (70MWn), desde la “**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**” “Subestacion Valdilecha” hasta la “Subestación Envatios XXIV”.

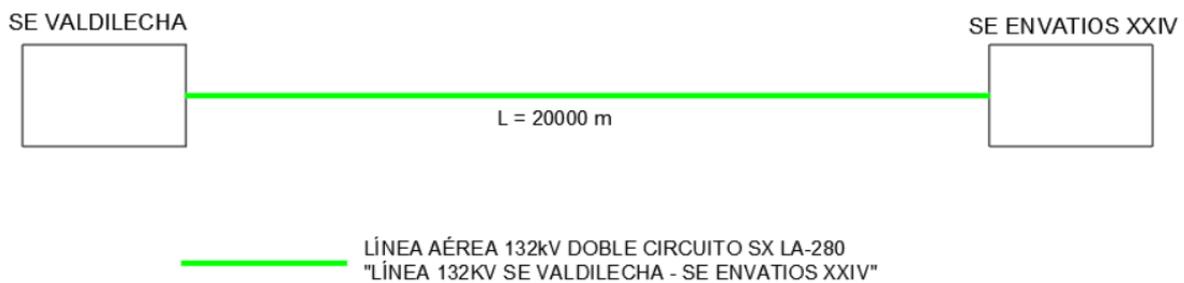


Figura 19: Esquema General Línea

La longitud aproximada es de 20 km y la configuración propuesta es Doble Circuito Simplex con conductor LA-280 Hawk. Se proyecta esta línea de evacuación manteniendo un paralelismo con la Línea de Evacuación Promotores Fuencarral, descrita en otro capítulo del presente Plan Especial. El recorrido de este trazado, discurrirá en los Términos Municipales de Vadilecha, Campo Real, Arganda del Rey, Loeches y Mejorada del Campo, todos ellos pertenecientes a la Comunidad de Madrid.

Características de la Instalación

Longitud	20000 m
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada	145 kV
Frecuencia	50 Hz
Potencia a Transportar por Circuito	32 MW
Número de circuitos	2
Número de conductores por fase	1
Tipo de Conductor	242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK
Sección	281,1 mm ²
Tipo de cable de tierra de fibra óptica	OPGW 48 fibras
Zona	B
Tipo de aislamiento	Aisladores Compuestos
Tipo de apoyos y material	Apoyos metálicos de celosía Acero Galvanizado
Puestas a tierra.....	Picas independientes / Anillo difusor

Apoyos

Los apoyos proyectados en la construcción de la Línea en proyecto serán del tipo metálicos de celosía diseñados para la instalación de dos circuitos de 132 kV distribuidos en doble bandera y doble cúpula para la instalación de dos cables OPGW.

A continuación, se muestra el esquema de apoyo tipo de la línea Doble Circuito, en configuración doble bandera y con doble cúpula para la instalación de dos cables OPGW:

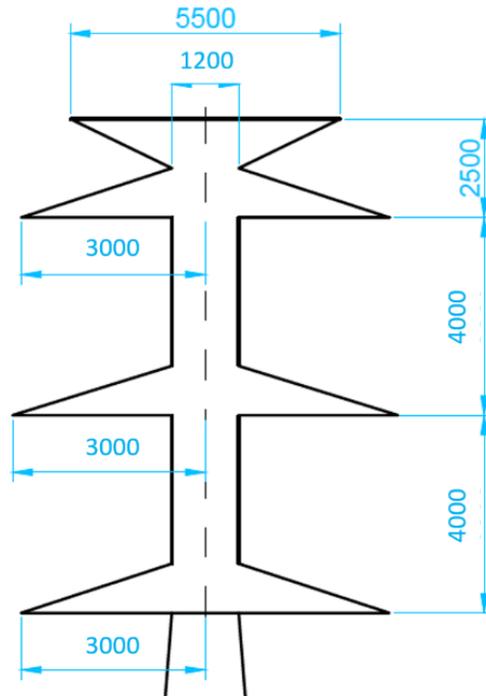


Figura 20: Apoyo Doble Circuito

Todos los apoyos tendrán protección por galvanizado en caliente. El galvanizado se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:2010. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad, sin manchas y con un espesor local de recubrimiento mínimo de 85 μm .

La altura de los apoyos será determinada por las distancias mínimas a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la Línea Aérea, según el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

Conductor

El conductor de fase a utilizar en la construcción de la línea será del tipo aluminio con alma de acero, con las siguientes características:

Denominación	242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK
Sección	281,1 mm ²
Diámetro	21,8 mm
Alambres de aluminio (número y diámetro).....	26 x 3,44 mm
Alambres de acero (número y diámetro).....	7 x 2,68 mm
Carga de rotura.....	84,5 kN
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C	0,1194 Ω/km
Masa	977 kg/km
Módulo de elasticidad.....	7500 daN/mm ²

Coefficiente de dilatación lineal 18,9 x 10⁻⁶ °C⁻¹

Cables guarda (OPGW)

Para la protección de la línea frente a descargas atmosféricas y para proveer de una infraestructura de comunicaciones a través de fibra óptica, se instalarán dos cables de tierra de aluminio compuesto con fibra óptica tipo OPGW.

Se procurará cumplir con la recomendación del RLAT (apartado 2.1.7 de la ITC-LAT-07) de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°. Las características del cable de tierra se definen a continuación.

Designación Cable OPGW
 Sección total95 mm²
 Diámetro exterior nominal.....11 mm
 Número de fibras.....48
 Tipo de fibras..... Monomodo ITU-T G.652
 Carga de Rotura..... 4000 kg
 Resistencia eléctrica c.c. a 20°C0,65 Ω/km
 Masa400 kg/km
 Módulo de elasticidad 12000 kg/mm²
 Coeficiente de dilatación lineal 15 x 10⁻⁶ °C⁻¹
 Capacidad de cortocircuito 36,3 kA2s (1)

(1): Temperatura inicial = 40°C; Temperatura final = 200°C; I=11 kA; t=0,3 s

Aislamiento

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK, garantizando un coeficiente de seguridad de rotura superior a 3, y eléctricamente para 132 kV. Constará de cadenas sencillas de aisladores poliméricos, excepto en apoyos de suspensión afectados por cruzamientos con carreteras, donde la cadena será doble de acuerdo con el apartado 5.3 – d.2 – b) de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Denominación CS 100 SB 650 / 3.625 – 1.380
 Material Compuesto
 Línea de fuga3625 mm
 Carga de rotura.....100 kN
 Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia 275 kV
 Tensión mantenida a impulso tipo rayo..... 650 kV

La línea de fuga mínima, dado un nivel de contaminación III-Fuerte (Tabla 14 de la ITC-LAT-07), es de 25 mm/kV, que, para la tensión más elevada de la red, que es de 145 kV representa un valor total de 3625 mm.

Obra civil

Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo “Pata de Elefante”, compuestas por cuatro bloques independientes y sección circular con cueva. Sus dimensiones serán aquellas que marca el fabricante, calculadas según el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras suponiendo resistencia característica a compresión de 3 kg/cm² y ángulo de arranque de tierras de 30°. En el caso de tener otras características mecánicas, deberá procederse al recalcu de las zapatas

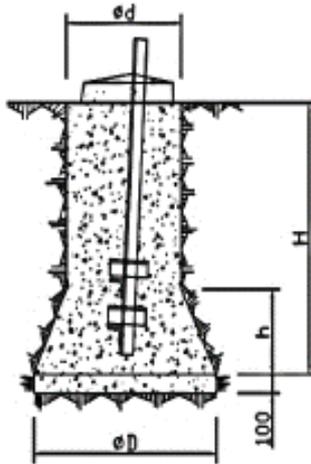


Figura 21: Cimentación “Pata Elefante”

El bloque de cimentación se ejecutará con hormigón HM20, y sobresaldrá del terreno como mínimo, 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre el bloque de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

En los apoyos de base de reducidas dimensiones las cimentaciones serán de tipo “Monobloque”, un macizo único de forma prismática de base cuadrada, en cuyo interior se empotra el tramo inferior de los apoyos, o anclajes.

Tomas de tierras de los apoyos

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08) considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

Para garantizar la correcta actuación de las protecciones, se establece un valor máximo de resistencia de puesta a tierra de los apoyos de 15 ohmios.

El sistema de puesta a tierra estará compuesto por electrodos de puesta a tierra y líneas de puesta a tierra. La puesta a tierra de los apoyos NO Frecuentados se realizará por el siguiente método:

- Electrodo de Difusión: Se dispondrán picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.

- Anillo difusor: Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación.

Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos NO frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- 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.

Se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

1.3.2.8 Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV”.

Con el objeto de evacuar la energía generada por la Planta Fotovoltaica Envatios XXIV Fase III (60MWn) desde la “Subestación Envatios XXIV Fase III” hasta la “Subestación Envatios XXIV”, se proyecta la presente Línea Aérea de 132 kV denominada “Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV”.



Figura 22: Esquema General Línea

El origen de la línea aérea de evacuación será la subestación elevadora de la planta fotovoltaica “Subestación Envatios XXIV Fase III”. La línea aérea consta de un único tramo, que conectará la Subestación Envatios XXIV Fase III con la Subestación Envatios XXIV. La longitud aproximada es de 9200 m y la configuración propuesta es Simple Circuito Dúplex con conductor LA-280 Hawk. El recorrido de este trazado, discurrirá en los Términos Municipales de Torres de la Alameda, Loeches, San Fernando de Henares y Mejorada del Campo, todos ellos pertenecientes a la Comunidad de Madrid.

Características de la instalación

Longitud	9200 m
Tensión nominal	132 kV
Tensión más elevada	145 kV
Frecuencia	50 Hz
Potencia a Transportar	60 MW
Número de circuitos	1
Número de conductores por fase	1
Tipo de Conductor	242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK
Sección	281,1 mm ²
Tipo de cable de tierra de fibra óptica	OPGW 48 fibras
Zona	B
Tipo de aislamiento	Aisladores Compuestos
Tipo de apoyos y material	Apoyos metálicos de celosía Acero Galvanizado
Puestas a tierra.....	Picas independientes / Anillo difusor

Apoyos

Los apoyos proyectados en la construcción de la Línea en proyecto serán del tipo metálicos de celosía diseñados para la instalación de un circuito de 132 kV distribuido en tresbolillo y una cúpula para la instalación de un cable OPGW.

A continuación, se muestra el esquema de apoyo tipo de la línea Simple Circuito, en configuración tresbolillo y con una cúpula para la instalación de un cable OPGW.

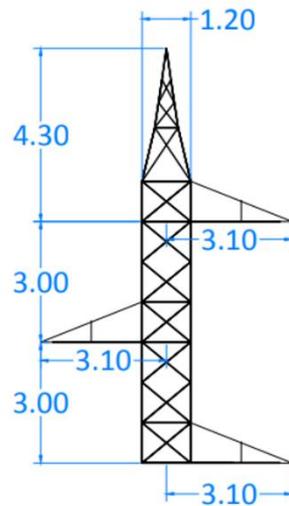


Figura 23: Apoyo Simple Circuito

Todos los apoyos tendrán protección por galvanizado en caliente. El galvanizado se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 1461:2010. La superficie presentará una galvanización lisa adherente, uniforme, sin discontinuidad, sin manchas y con un espesor local de recubrimiento mínimo de 85 μm .

La altura de los apoyos será determinada por las distancias mínimas a mantener al terreno y demás obstáculos por los conductores de la Línea Aérea, según el apartado 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

Conductor

El conductor de fase a utilizar en la construcción de la línea será del tipo aluminio con alma de acero, con las siguientes características:

Denominación	242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK
Sección	281,1 mm ²
Diámetro	21,8 mm
Alambres de aluminio (número y diámetro).....	26 x 3,44 mm
Alambres de acero (número y diámetro).....	7 x 2,68 mm
Carga de rotura.....	84,5 kN
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C	0,1194 Ω/km
Masa	977 kg/km
Módulo de elasticidad.....	7500 daN/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	18,9 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹

Cables guarda (OPGW)

Para la protección de la línea frente a descargas atmosféricas y para proveer de una infraestructura de comunicaciones a través de fibra óptica, se instalará un cable de tierra de aluminio compuesto con fibra óptica tipo OPGW.

Se procurará cumplir con la recomendación del RLAT (apartado 2.1.7 de la ITC-LAT-07) de forma que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinada por este punto y cualquier conductor de fase no exceda de 35°. Las características del cable de tierra se definen a continuación.

Designación	Cable OPGW
Sección	total 95 mm ²
Diámetro exterior nominal.....	11 mm
Número de fibras.....	48
Tipo	de fibras Monomodo ITU-T G.652
Carga de Rotura.....	4000 kg
Resistencia eléctrica c.c. a 20°C	0,65 Ω/km
Masa	400 kg/km
Módulo de elasticidad.....	12000 kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	15 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Capacidad de cortocircuito	36,3 kA ² s (1)

(1): Temperatura inicial = 40°C; Temperatura final = 200°C; I=11 kA; t=0,3 s

Aislamiento

El aislamiento estará dimensionado mecánicamente para el conductor 242-AL1/39-ST1A (LA-280) HAWK, garantizando un coeficiente de seguridad de rotura superior a 3, y eléctricamente para 132 kV. Constará de cadenas sencillas de aisladores poliméricos, excepto en apoyos de suspensión afectados por cruzamientos con carreteras, donde la cadena será doble de acuerdo con el apartado 5.3 – d.2 – b) de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Denominación	CS 100 SB 650 / 3.625 – 1.380
Material	Compuesto
Línea de fuga	3625 mm
Carga de rotura.....	100 kN
Tensión mantenida a frecuencia industrial bajo lluvia	275 kV
Tensión mantenida a impulso tipo rayo.....	650 kV

La línea de fuga mínima, dado un nivel de contaminación III-Fuerte (Tabla 14 de la ITC-LAT-07), es de 25 mm/kV, que, para la tensión más elevada de la red, que es de 145 kV representa un valor total de 3625 mm.

Obra civil

Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán del tipo “Pata de Elefante”, compuestas por cuatro bloques independientes y sección circular con cueva. Sus dimensiones serán aquellas que marca el fabricante, calculadas según el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras suponiendo resistencia

característica a compresión de 3 kg/cm² y ángulo de arranque de tierras de 30°. En el caso de tener otras características mecánicas, deberá procederse al recalcu de las zapatas

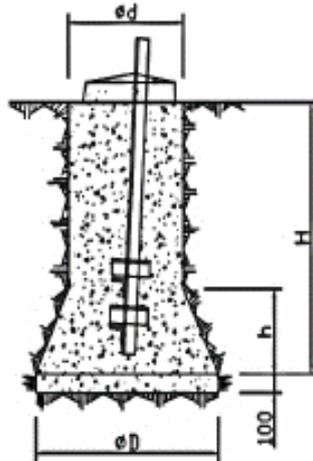


Figura 24: Cimentación "Pata Elefante"

El bloque de cimentación se ejecutará con hormigón HM20, y sobresaldrá del terreno como mínimo, 20 cm, formando un zócalo, con el objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones. Sobre el bloque de hormigón se hará la correspondiente peana, con un vierteaguas de 5 cm de altura.

En los apoyos de base de reducidas dimensiones las cimentaciones serán de tipo "Monobloque", un macizo único de forma prismática de base cuadrada, en cuyo interior se empotra el tramo inferior de los apoyos, o anclajes.

Tomas de tierras de los apoyos

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08) considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

Para garantizar la correcta actuación de las protecciones, se establece un valor máximo de resistencia de puesta a tierra de los apoyos de 15 ohmios.

El sistema de puesta a tierra estará compuesto por electrodos de puesta a tierra y líneas de puesta a tierra. La puesta a tierra de los apoyos NO Frecuentados se realizará por el siguiente método:

- Electrodo de Difusión: Se dispondrán picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 14,6 mm de diámetro unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo.
- Anillo difusor: Se realizará una puesta a tierra en anillo cerrado alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m. como mínimo de las aristas del macizo de cimentación.

Clasificación de los apoyos según su ubicación

Para poder identificar los apoyos en los que se debe garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos NO frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.
- 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.

Se considerarán apoyos frecuentados los situados en:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Zonas próximas a viviendas.
- Polígonos industriales.
- Áreas públicas destinadas al ocio, como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

1.3.2.9 Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA MEJORADA DEL CAMPO – SET ENVATIOS XXIV”

Esta línea evacua la energía generada por la Planta Solar Fotovoltaica “Envatios XXIV-Fase 1”. Zona Mejorada del Campo, mediante una Línea Subterránea de Media Tensión, que conecta las dos zonas en las que se divide esta instalación fotovoltaica.



Figura 25: LSMT Envatios XXIV-F1. Mejorada del Campo. Plano de situación

Características Generales

- Longitud zanja: 883 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 1
- Número de circuitos por zanja: Uno (1)
- Número de conductores por fase: Uno (1)
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: 300 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada en cruzamientos.

- Profundidad de canalización: 1,0/ 1,10 metros.

Cable

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea subterránea serán de Aluminio del tipo RHZ1, de acuerdo con la Norma UNE HD 620-10E, de las siguientes características:

Tendrán un tipo de aislamiento acorde a la tensión de operación de polietileno reticulado XLPE.

Descripción y características de la obra civil

Se distinguen dos tipos de canalización: directamente enterrada (en tierra) y tubular hormigonada (de cruce).

Características de la Zanja

El tendido de los cables subterráneos se realizará en el interior de zanjas con las siguientes características y dimensiones aproximadas:

Nº DE CIRCUITOS	ZANJA EN TIERRA		ZANJA EN CRUCE CAMINOS	
	Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
1 circuito	0,80	1,00	1,10	1,10

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena, sobre la que se tenderán los cables para ser recubiertos posteriormente con una capa de arena tamizada. Una vez recubiertos los cables, se colocarán placas de PPC de protección de éstos. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación, debidamente compactados. A 30 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación “Canalización Eléctrica de Alta Tensión”. En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, se tenderán los cables en el interior de tubos de HDPE de 250 mm de diámetro. Estos tubos estarán recubiertos por arena seleccionada y en la parte superior se colocará una capa de hormigón con espesor mínimo de 10 cm.



Figura 26: LSMT Envatios XXIV-F1. Mejorada del Campo. Plano de detalle

1.3.2.10 Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA VALDILECHA – SET”

Esta línea evacua la energía generada por la Planta Solar Fotovoltaica “Envatios XXIV-Fase 1”. Zona Valdilecha, mediante una Línea Subterránea de Media Tensión, que conecta la instalación fotovoltaica con la Subestación Valdilecha.



Figura 27: LSMT Envatios XXIV-F1. Valdilecha. Plano de situación

Características Generales

- Longitud zanja: 235 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 5
- Número de circuitos por zanja: Cinco (5)
- Número de conductores por fase: Uno (1)
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: variable, entre 150 y 500 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada en cruzamientos.
- Profundidad de canalización: 1,0/ 1,10 metros.

Cable

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea subterránea serán de Aluminio del tipo RHZ1, de acuerdo con la Norma UNE HD 620-10E, de las siguientes características:

Tendrán un tipo de aislamiento acorde a la tensión de operación de polietileno reticulado XLPE.

Descripción y características de la obra civil

Se distinguen dos tipos de canalización: directamente enterrada (en tierra) y tubular hormigonada (de cruce).

Características de la Zanja

El tendido de los cables subterráneos se realizará en el interior de zanjas con las siguientes características y dimensiones aproximadas:

Nº DE CIRCUITOS	ZANJA EN TIERRA		ZANJA EN CRUCE CAMINOS	
	Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
5 circuitos	1,00	1,00	1,10	1,10

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena, sobre la que se tenderán los cables para ser recubiertos posteriormente con una capa de arena tamizada. Una vez recubiertos los cables, se colocarán placas de PPC de protección de éstos. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación, debidamente compactados. A 30 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación "Canalización Eléctrica de Alta Tensión". En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, se tenderán los cables en el interior de tubos de HDPE de 250 mm de diámetro. Estos tubos estarán recubiertos por arena seleccionada y en la parte superior se colocará una capa de hormigón con espesor mínimo de 10 cm.



Figura 28: LSMT Envatios XXIV-F1. Valdilecha. Plano de detalle

1.3.2.11 Línea de media tensión subterránea 30 kV

Con el objeto de evacuar la energía generada por la Planta Solar Fotovoltaica Envatios XXIV Fase II se proyectan varias zanjas de media tensión subterráneas de 30kV, con origen en el último centro de transformación ubicado dentro de la planta fotovoltaica y fin en la barra de 30 kV, ubicada en el edificio de la subestación.

Se diferencian diferentes tramos fuera de las zonas valladas de la planta solar fotovoltaica en función del número de circuitos, y si las zanjas de media tensión proyectadas fuera del vallado de la planta son enterradas o sobre bandeja para cada una de las trazas planteadas:

- Línea de media tensión subterránea de 30 kV Envatios XXIV Fase II zona Valdilecha – SE Valdilecha. (Zanja de Media tensión Subterránea de 30 kV por el interior de la zona vallada)
- Tramo 1 Línea de media tensión subterránea de 30 kV Envatios XXIV Fase II zona Mejorada del Campo – SE Envatios XXIV (1 Circuitos)
- Tramo 2: Línea de media tensión subterránea de 30 kV Envatios XXIV Fase II zona Mejorada del Campo – SE Envatios XXIV (1 Circuitos)
- Tramo 3: Línea de media tensión subterránea de 30 kV Envatios XXIV Fase II zona Mejorada del Campo – SE Envatios XXIV (2 Circuitos)
- Tramo en Bandeja: Línea de media tensión en bandeja de 30 kV Envatios XXIV Fase II zona Mejorada del Campo – SE Envatios XXIV (1 Circuitos)-Cruce MP203

Características generales.

TRAMO 1: Línea de media tensión de 30 kV Subterránea: 1 Circuitos:

- Longitud zanja: 57 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 1
- Número de circuitos por zanja: Uno (1)
- Número de conductores por fase: Uno (1)
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: variable, entre 150 a 630 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada en cruzamientos.
- Profundidad de canalización: 1,0/ 1,10 metros.

TRAMO 2: Línea de media tensión de 30 kV Subterránea: 1 Circuitos:

- Longitud zanja: 75 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV

- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 1
- Número de circuitos por zanja: Uno (1)
- Número de conductores por fase: Uno (1)
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: variable, entre 150 y 630 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada en cruzamientos.
- Profundidad de canalización: 1,0/ 1,10 metros.

TRAMO 3: Línea de media tensión de 30 kV Subterránea: 2 Circuitos:

- Longitud zanja: 157 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 2
- Número de circuitos por zanja: Dos (2)
- Número de conductores por fase: Uno (1)
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: 630 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito
- Tipo de canalización: En zanja directamente enterrada. Tubular hormigonada en cruzamientos.
- Profundidad de canalización: 1,0/ 1,10 metros.

TRAMO En Bandeja: Línea de media tensión de 30 kV en bandeja: 1 Circuitos:

- Longitud tramo bandeja: 150 metros aproximadamente
- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz.
- Número de circuitos: 1
- Número de conductores por fase: Uno (1)
- Material Conductor: Aluminio
- Sección: 150 mm²
- Cable de Comunicaciones: 1 cable F.O. por circuito

- Tipo de canalización: En bandeja.

Cable

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea subterránea serán de Aluminio del tipo RHZ1, de acuerdo con la Norma UNE HD 620-10E, de las siguientes características:

Tendrán un tipo de aislamiento acorde a la tensión de operación de polietileno reticulado XLPE.

Descripción y características de la obra civil

Se distinguen dos tipos de canalización: directamente enterrada (en tierra) y tubular hormigonada (de cruce).

Características de la Zanja

El tendido de los cables subterráneos se realizará en el interior de zanjas con las siguientes características y dimensiones aproximadas:

Nº DE CIRCUITOS	ZANJA EN TIERRA		ZANJA EN CRUCE CAMINOS	
	Anchura (m)	Profundidad (m)	Anchura (m)	Profundidad (m)
1 circuito	0,60	1,00	0,60	1,11
2 circuitos	0,80	1,00	1,05	1,11
3 circuitos	0,80	1,26	1,05	1,56
4 circuitos	0,80	1,26	1,05	1,56

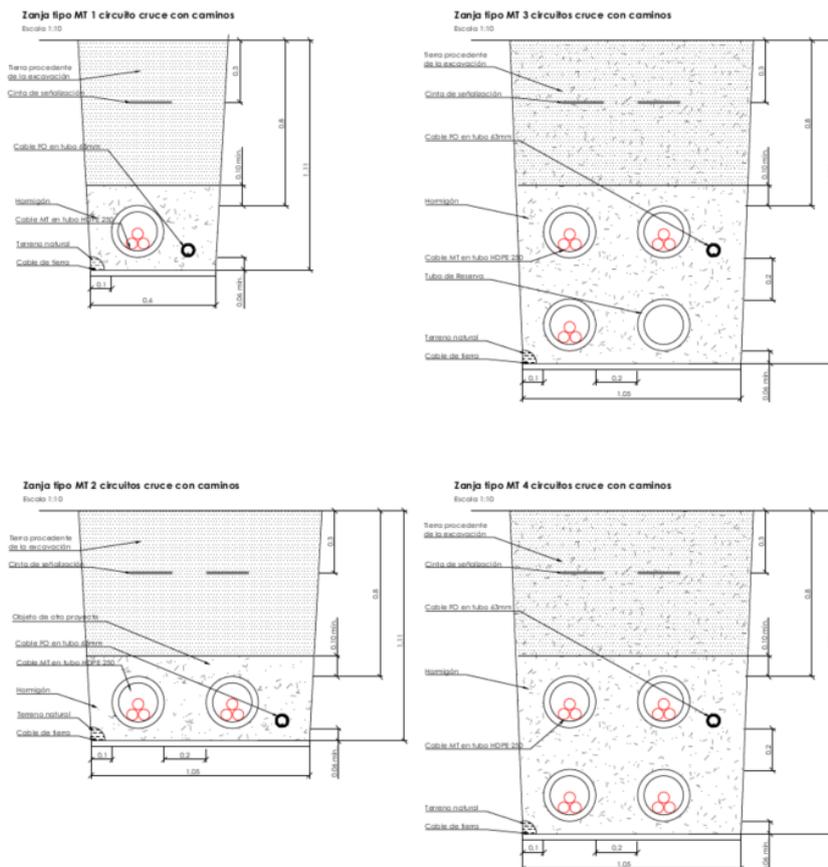


Figura 29: Característica de la zanja cruzamiento de caminos

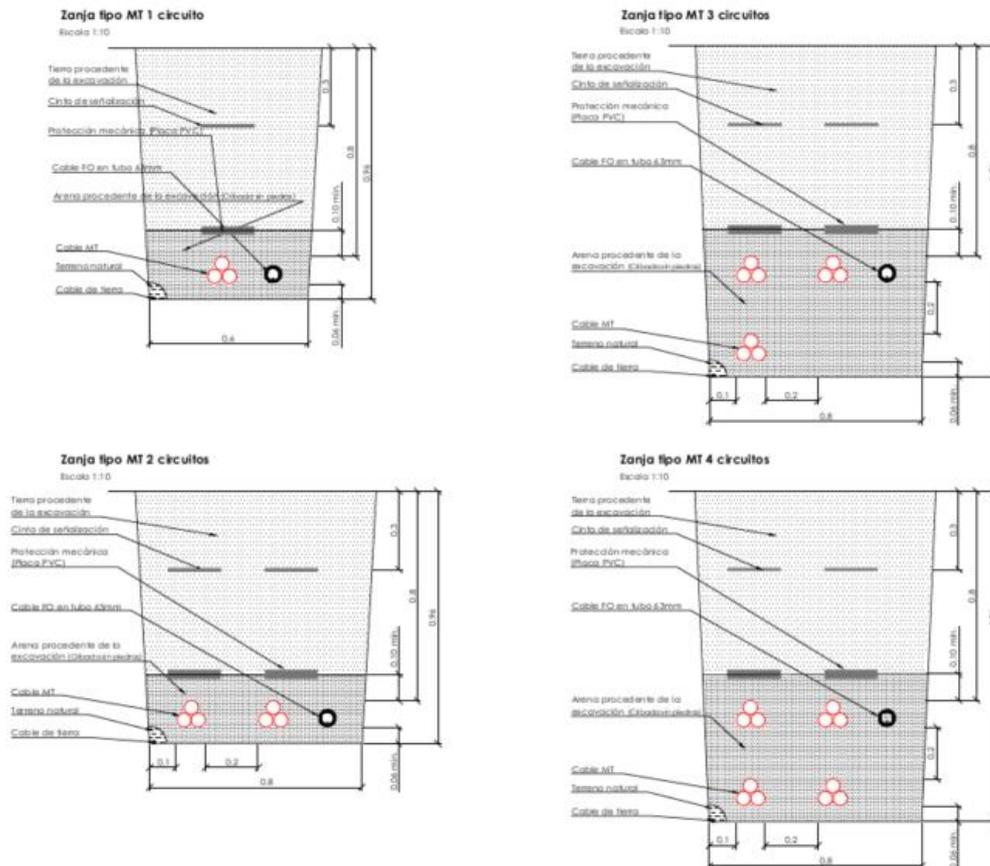


Figura 30: Característica de la zanja interna de media tensión

Estas dimensiones permiten el alojamiento de los cables de energía y comunicaciones necesarios, aunque podrían variar a futuro según necesidades de ejecución.

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de 10 cm de arena, sobre la que se tenderán los cables para ser recubiertos posteriormente con una capa de arena tamizada. Una vez recubiertos los cables, se colocarán placas de PPC de protección de éstos. La zanja se rellenará con materiales seleccionados procedentes de la excavación, debidamente compactados. A 30 cm de profundidad se colocará una cinta de polietileno para señalización con la indicación “Canalización Eléctrica de Alta Tensión”.

En los cruces con los viales, y en general en todas aquellas zonas de la canalización sobre las que se prevea tráfico rodado, se tenderán los cables en el interior de tubos de HDPE de 250 mm de diámetro. Estos tubos estarán recubiertos por arena seleccionada y en la parte superior se colocará una capa de hormigón con espesor mínimo de 10 cm.

Características de la bandeja

El tramo de la línea de media tensión de 30 kV que transcurre por el puente que cruza la carretera MP-203, se hará en bandeja de chapa metálica perforada, y el reforzad para grandes cargas. La cual irá tapada mediante una tapa recta metálica.

Las dos bandejas se instalarán ancladas al techo del puente, una encima de la otra, con una separación mínima entre ambas de 30 centímetros. El sistema de montaje en techo será de la marca comercial certificada, y el sistema de montaje de Péndulo Reforzado, galvanizado en caliente.

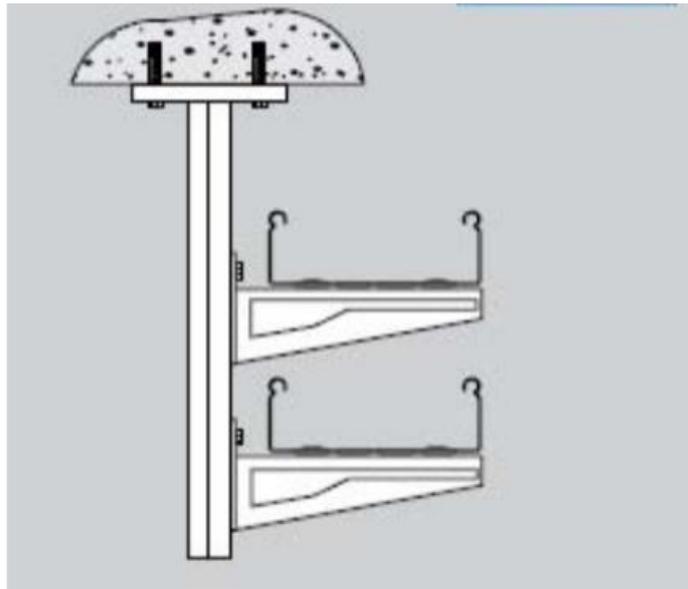


Figura 31: Sistema de montaje en techo de péndulo reforzado

Las bandejas reposarán sobre un soporte galvanizado en caliente, con las dimensiones adecuadas para la instalación a realizar. El trazado inicial del puente a ambos lados, el soporte irá fijo sobre la pared hasta la arqueta.

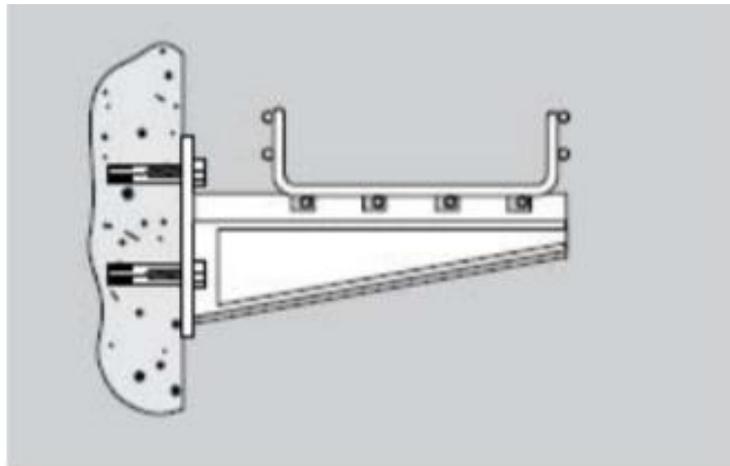


Figura 32: Sistema de montaje inicio-fin

1.3.3 Línea de Evacuación Promotores Fuencarral

La Línea de Evacuación Promotores Fuencarral es una instalación con origen en la Subestación Colectora Pradillos y en la Subestación Borox Sur, en la Comunidad de Castilla-La Mancha y final en las Subestaciones Fuencarral 220 kV y Fuencarral 400 kV, en el municipio de Madrid. La línea evacuará la energía eléctrica que se generará en las Plantas Solares Fotovoltaicas siguientes:

NUDO DE TRANSPORTE (REE)	NOMBRE DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	POTENCIA NOMINAL (MW)
FUENCARRAL 400 KV	LOS PRADILLOS	300
FUENCARRAL 220 KV	ENVATIOS XXII FASE II	224
FUENCARRAL 220 KV	ENVATIOS XXIV FASE I	70
FUENCARRAL 220 KV	ENVATIOS XXIV FASE II	70
FUENCARRAL 220 KV	ENVATIOS XXIV FASE III	60

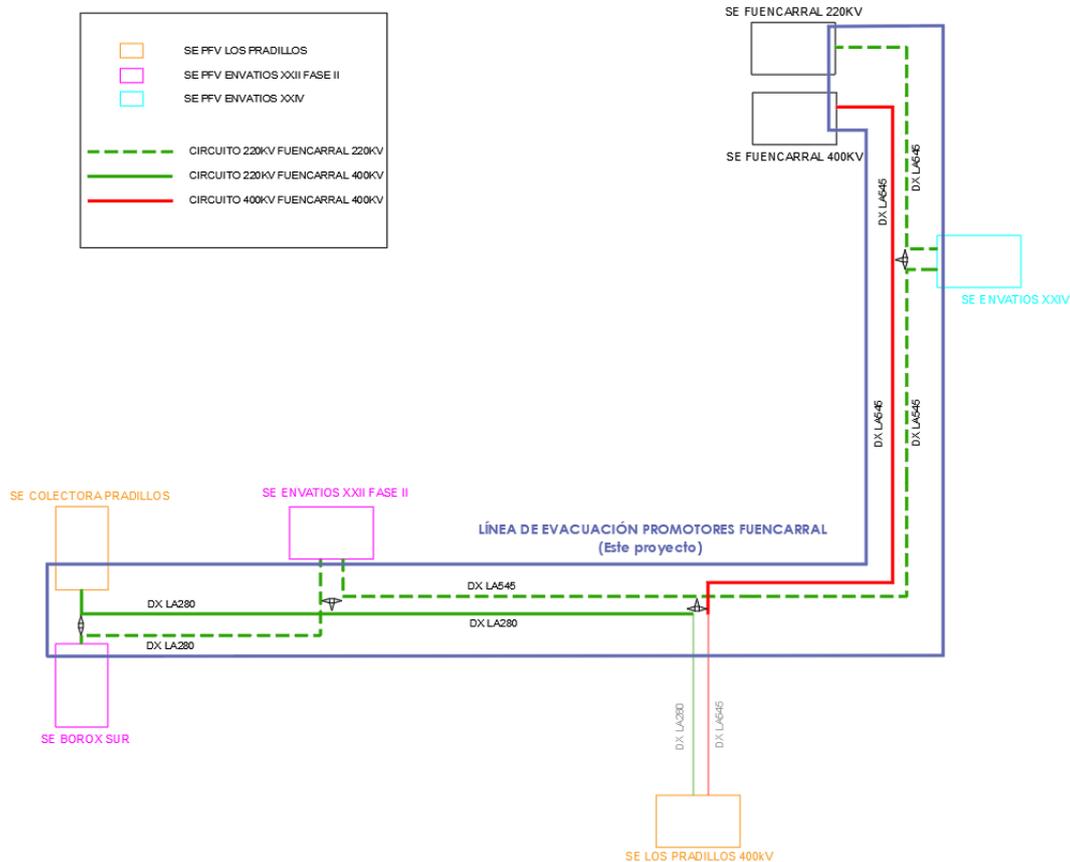


Figura 33: Esquema de Línea de Evacuación Promotores Fuencarral

La línea atraviesa en su recorrido los términos municipales de Borox, Esquivias y Seseña en la provincia de Toledo (Castilla-La Mancha), **Aranjuez, Colmenar de Oreja, Chinchón, Titulcia, Morata de Tajuña, Arganda del Rey, Campo Real, Loeches, Velilla de San Antonio, Mejorada del Campo, San Fernando de Henares, Paracuellos de Jarama, Ajalvir, Cobena, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Madrid**, en la Comunidad de Madrid.

Características de la línea de evacuación

La LÍNEA DE EVACUACIÓN PROMOTORES FUENCARRAL, tendrá configuración aéreo-subterránea, con una longitud total aproximada de 104 Km y con dos circuitos diferenciados:

- Circuito a “Fuencarral 400 kV”: partiendo de la “SE Colectora Pradillos” en 220 kV, realiza una entrada/salida descrita en el apartado 1.3.1.3 en la “SE Los Pradillos 400 kV”, donde se transforma el nivel de tensión de 220 kV a 400 kV y saliendo finalmente el circuito con toda la potencia del PFV “Los Pradillos” hasta su llegada a la subestación propiedad de REE.
- Circuito a “Fuencarral 220 kV”: partiendo de la “SE Borox Sur” en 220 kV, realiza una entrada/salida en la “SE Envatios XXII Fase II” para salir con toda la potencia del PFV “Envatios XXII Fase II”, continuando el circuito en 220 kV hasta su llegada a la “SE Envatios XXIV, donde se realiza otra entrada/salida para incorporar la potencia de los PFV “Envatios XXIV-Fase I”, “Envatios XXIV-Fase II” y “Envatios XXIV-Fase III”, saliendo finalmente el circuito en 220 kV con toda la potencia del nudo hasta la subestación propiedad de REE.

La línea de evacuación consta de distintos circuitos mostrados a continuación:

CIRCUITO	SE REE (DESTINO)	TENSIÓN (KV)	CONDUCTOR	POTENCIA A TRANSPORTAR (MWn)	I CIRCUITO (A)	L circuito (km)
SE COLECTORA PRADILLOS-SE LOS PRADILLOS 400kV	Fuencarral 400kV	220	DX LA280	195	511,74	21
SE LOS PRADILLOS 400 kV - SE FUENCARRAL 400 kV	Fuencarral 400kV	400	DX LA545	300	433,01	83
SE BOROX SUR-SE ENVATIOS XXII FASE II	Fuencarral 220kV	220	DX LA280	108	283,43	5
SE ENVATIOS XXII FASE II- SE ENVATIOS XXIV	Fuencarral 220kV	220	DX LA545	224	587,85	57
SE ENVATIOS XXIV - SE FUENCARRAL 220 kV	Fuencarral 220kV	220	DX LA545	424	11122,71	42

Esta Línea consta de diferentes tramos que se pueden resumir en la siguiente tabla:

TENSIÓN (KV) Fuencarral 220kV / Fuencarral 400kV	Vértice Origen - Vértice Final	TIPO	L tramo (km)	L acumulada (km)
220kV / 220 kV	V1 - V5	DC AÉREO	5	5
220kV / 220 kV	V5 - V26	DC AÉREO	176	21
220 kV / 400 kV	V26 – V57	DC AÉREO	41	62
220 kV / 400 kV	V57 – V58	DC AÉREO	0,7	62,7
220 kV / 400 kV	V58 – V59	DC SUBTERRÁNEO	0,9	63,6
220 kV / 400 kV	V59 – V69	DC AÉREO	6,5	70,1
220 kV / 400 kV	V69 – V70	DC SUBTERRÁNEO	3,6	73,6
220 kV / 400 kV	V70 – V116	DC AÉREO	30	103,7
220 kV / 400 kV	V116 – SE FUENCARRAL 400KV	DC SUBTERRÁNEO	0,4	104,1
220 kV / N.A.	SE FUENCARRAL 400KV – SE FUENCARRAL 220KV	SC SUBTERRÁNEO	0,2	104,3

1.3.3.1 Línea Aérea de Evacuación Promotores Fuencarral

La línea aérea de evacuación tendrá en todo su recorrido una configuración Doble Circuito (400 kV / 220 kV), los circuitos tienen las siguientes características principales:

CARACTERÍSTICAS GENERALES. CIRCUITO 400 kV	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	245 kV
Categoría	Especial
Potencia a transportar (MWn)	195 MW
Disposición	Doble Bandera Horizontal con 2 cables de Guarda (OPGW)
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-280 (HAWK)
Tipo de cable de tierra	OPGW-48
N.º de cables de tierra	1
Longitud (km)	21
Tipo de apoyos	Metálicos de celosía
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos FXBW-220/160-2500 (S-B)
Zona/s por la/s que discurre	B
CARACTERÍSTICAS GENERALES. CIRCUITO SE LOS PRADILLOS 400 kV -SE FUENCARRAL 400 kV	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	400 kV
Tensión más elevada de la red	420 kV
Categoría	Especial
Potencia a transportar (MWn)	300 MW
Disposición	Doble Bandera Horizontal con 2 cables de Guarda (OPGW)
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-545 (CARDINAL)
Tipo de cable de tierra	OPGW-48
N.º de cables de tierra	1
Longitud (km)	83
Tipo de apoyos	Metálicos de celosía
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos FXBW-400/210-3200 (S-B)
Zona/s por la/s que discurre	B

CARACTERÍSTICAS GENERALES. CIRCUITO SE BORO SUR -SE ENVATIOS XXII FASE II	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	245 kV
Categoría	Especial
Potencia a transportar (MWn)	108 MW
Disposición	Doble Bandera Horizontal con 2 cables de Guarda (OPGW)
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-280 (HAWK)
Tipo de cable de tierra	OPGW-48
N.º de cables de tierra	1
Longitud (km)	5
Tipo de apoyos	Metálicos de celosía
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos FXBW-220/160-2500 (S-B)
Zona/s por la/s que discurre	B
CARACTERÍSTICAS GENERALES. CIRCUITO ENVATIOS XXII FASE II – SE ENVATIOS XXIV	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	245 kV
Categoría	Especial
Potencia a transportar (MWn)	224 MW
Disposición	Doble Bandera Horizontal con 2 cables de Guarda (OPGW)
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-545 (CARDINAL)
Tipo de cable de tierra	OPGW-48
N.º de cables de tierra	1
Longitud (km)	57
Tipo de apoyos	Metálicos de celosía
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos FXBW-220/160-2500 (S-B)
Zona/s por la/s que discurre	B
CARACTERÍSTICAS GENERALES. CIRCUITO SE ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL 220 kV	
Sistema	Corriente alterna trifásica

Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	245 kV
Categoría	Especial
Potencia a transportar (MWn)	424 MW
Disposición	Doble Bandera Horizontal con 2 cables de Guarda (OPGW)
N.º de circuitos	1
N.º de conductores por fase	2
Tipo de conductor aéreo	LA-545 (CARDINAL)
Tipo de cable de tierra	OPGW-48
N.º de cables de tierra	1
Longitud (km)	42
Tipo de apoyos	Metálicos de celosía
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos FXBW-220/160-2500 (S-B)
Zona/s por la/s que discurre	B

Conductores

Los apoyos serán doble circuito a lo largo de toda la traza de la línea. Estos tendrán 2 niveles de tensiones diferentes (400 kV y 220 kV). Los conductores que se emplearán serán de aluminio-acero, aluminio reforzado con acero, seleccionado entre los recogidos por la Norma UNE 50182.

Conductores de fase

Conductores serán aluminio con alma de acero galvanizado. Tipo AL1/ST1A. Los alambres de acero galvanizado cumplirán todos los requisitos indicados en la norma UNE EN 50189 con el grado y la clase de recubrimiento designado ST1A. La línea proyectada constará de dos tipos de cable, cuyos conductores serán de aluminio - acero (Al-Ac), tipo LA-545 (CARDINAL) y LA-280 (HAWK), siendo sus principales características las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTO AÉREO LA-545 (CARDINAL)	
Denominación	LA-545 (CARDINAL)
Sección total	547,3 mm ²
Diámetro total	30,42 mm
Número de hilos de Aluminio	54
Número de hilos de acero	7
Carga mínima de rotura	15150 kg
Resistencia eléctrica a 20°C	0,0596 Ohm/km
Peso	1835 kg/km
Módulo de elasticidad	7000 kg/mm ²
Intensidad de corriente	935 A
Tense máximo (Zona B)	EDS (En Zona B): 20%

CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTO AÉREO LA-280 (HAWK)	
Denominación	LA-280
Sección total	281,1 mm ²
Diámetro total	21,80 mm
Número de hilos de Aluminio	26
Número de hilos de acero	7
Carga mínima de rotura	8940 kg
Resistencia eléctrica a 20°C	0,1131 Ohm/km
Peso	929 kg/km
Módulo de elasticidad	7300 kg/mm ²
Intensidad de corriente	623 A
Tense máximo (Zona B)	EDS (En Zona B): 20%

Cable de Tierra

Se utilizarán dos cables del tipo OPGW que tomará como referencia:

- El cable compuesto tierra/óptico está formado por un núcleo óptico central consistente en un tubo estanco de aluminio o acero inoxidable.
- En el interior del núcleo óptico central se alojarán las fibras ópticas, en dos variantes: de forma holgada agrupadas en mazos envueltos por una cinta y de forma holgada sin agrupación de fibras (sin cintas) pero con diferenciación por trazos discontinuos (anillos). El espacio de alojamiento de las fibras se rellena de un componente antihumedad de densidad y viscosidad adecuada y compatible con las fibras ópticas.
- Sobre el tubo central de aluminio o acero inoxidable se cablearán una o dos capas de alambres de acero recubierto de aluminio o alambres de aleación de aluminio. La capa exterior se cablea a derechas (Z).
- El tense de los cables tipo OPGW dependerá de las características finales de los mismos. Para calcularlo se intentará mantener una flecha máxima inferior a la del conductor de la línea, debiendo mantener siempre un coeficiente de seguridad superior a 2.5 en cualquier punto del mismo y un EDS inferior al 20 %, así como cualquier otra recomendación que pudiera hacer el fabricante.

Características del Cable de Fibra Óptica.:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA DE LA LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN	
Denominación	OPGW-48
Diámetro	17,5 mm
Sección	181,6 mm ²
Número de fibras	48
Carga mínima de rotura	6520 kg
Módulo de elasticidad	8200 kg/mm ²
Coefficiente de dilatación lineal	1,41E-5

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA DE LA LÍNEA AÉREA DE EVACUACIÓN	
Corriente de corto circuito (Icc)	17 kA/0,3s
Peso Total	723,8 kg/km

Cadenas y Herrajes

Aislamiento

Se utilizarán aisladores poliméricos de características adecuadas a su función. El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3, tanto en aisladores como en herrajes. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5. Los elementos que las constituyen se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

- Aisladores del tipo polimérico, cuyas características y denominación están fijadas en las Normas UNE en vigor.
- Herrajes. Norma de acoplamiento (en función del tipo de elemento aislador).
- Grapas (en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar).
- Accesorios (varillas helicoidales preformadas para protección o retención terminal, etc.).

Las características técnicas del aislador polimérico proyectado para 400 KV son las siguientes:

- Denominación: FXBW-400/210-3200 (S-B)
- Material: Polimérico.
- Línea de fuga (mm): 10500.
- Carga de rotura (kN): 210.
- Norma de acoplamiento según UNE 21009 y UNE-EN 61466-1: 20
- Longitud (mm): 3200
- Peso (kg): 22,9
- Tensión máxima (KV): 420
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (KV): ≥ 1050
- Tensión soportada al impulso de un rayo (KV): ≥ 1450

Las características técnicas del aislador polimérico proyectado para 220 KV son las siguientes:

- Denominación: FXBW-220/160-2500 (S-B)
- Material: Polimérico
- Línea de fuga (mm): 7595
- Carga de rotura (kN): 160
- Norma de acoplamiento según UNE 21009 y UNE-EN 61466-1: 20
- Longitud (mm): 2500

- Peso (kg): 18,2
- Tensión máxima (KV): 245
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (KV): ≥ 460
- Tensión soportada al impulso de un rayo (KV): ≥ 1050

Herrajes del cable de fase circuito de 400 kV. Cadenas de suspensión de 400 kV

Las cadenas de suspensión serán dobles. La longitud de la cadena de suspensión resulta ser:

- Longitud total de la cadena (aislador + herrajes) (m): 3905.
- La carga de rotura mínima del conjunto será de 360 KN.
- Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 207009

Los herrajes utilizados para cada cadena de suspensión en el proyecto de esta línea serán:

HERRAJE	TIPO	UDS.
Grapa de suspensión armada	GAS-7/20/D	1
Grillete recto	GN-36	2
Eslabón	ES-36	1
Yugo Triangular	Y-20/400-36/ $\varnothing 22$	1
Descargador	DI-37/24/20	2
Raqueta	RA-50/28	2
Horquilla bola paralela	HBP-20	2
Rotula horquilla	RH-20-AE	2
Yugo separador	YL-3/ $\varnothing 22$	1
Horquilla revirada	HR-20	2

Se utilizarán grapas de suspensión armadas del tipo GAS-7/30/D, con un C.R.M.E. de 12000 daN.

Herrajes del cable de fase circuito de 400 kV. Cadenas de amarre de 400 kV

Las cadenas de amarre serán dobles. La longitud de la cadena de amarre resulta ser:

- Longitud total de la cadena (aislador + herrajes) (m): 4300.
- La carga de rotura mínima del conjunto será de 360 KN.
- Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 207009

Los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea serán:

HERRAJE	TIPO	UDS.
Grapas de compresión	CH-540/M20 ACS CARDINAL	1
Grillete Recto	GN-36	2
Yugo triangular	Y-20/400-36/ $\varnothing 22$	1
Descargador	DI-37/24/20	1

HERRAJE	TIPO	UDS.
Raqueta	RA-50/28	1
Horquilla bola paralela	HBP-20	2
Rotula horquilla	RH-20-AE	2
Yugo separador	YL-3/ Ø22	1
Horquilla revirada	HR-16-20	2
Tensor de corredera	T-2 / M20	2

Se utilizarán grapas de compresión del tipo CH-540/M20 ACS CARDINAL, con un C.R.M.E. de 95% del cable.

Herrajes del cable de fase circuito de 220 kV. Cadenas de suspensión de 220 kV

Las cadenas de suspensión serán sencillas. La longitud de la cadena de suspensión resulta ser:

- Longitud total de la cadena (aislador + herrajes) (m): 3013.
- La carga de rotura mínima del conjunto será de 180 KN.
- Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 207009

Los herrajes utilizados para cada cadena de suspensión en el proyecto de esta línea serán:

HERRAJE	TIPO	UDS.
Grapa de suspensión armada	GAS-7/30/D o GAS-5/22/D	1
Anilla bola de protección	AB-20-P	1
Descargador	DI-37/19	2
Rotula horquilla	RH-20-AE	1
Raqueta	RA-37/22	2
Yugo triangular	Y-16/400-22	1
Horquilla revirada	HR-16	2

En el tendido con cable LA 545 "CARDINAL" se utilizarán grapas de suspensión armadas del tipo GAS-7/30/D, con un C.R.M.E. de 12000 daN.

En el tendido con cable LA 280 "HAWK" se utilizarán grapas de suspensión armadas del tipo GAS-5/22/D, con un C.R.M.E. de 10000 daN.

Herrajes del cable de fase circuito de 220 kV. Cadenas de amarre de 220 kV

Las cadenas de amarre serán dobles. La longitud de la cadena de amarre resulta ser:

- Longitud total de la cadena (aislador + herrajes) (m): 3435.
- La carga de rotura mínima del conjunto será de 240 KN.
- Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 207009

Los herrajes utilizados para las cadenas de amarre en el proyecto de esta línea serán:

HERRAJE	TIPO	UDS.
Grapas de compresión	CH-540/M20 ACSR CARDINAL o CH-280/M20 ACSR HAWK	1
Grillete Recto	GN-24	2
Eslabón	ES-16/20	
Yugo triangular	Y-16/400-25	1
Descargador	DI-37/24	1
Raqueta	RA-37/16	1
Horquilla bola paralela	HBP-16	2
Rotula horquilla	RH-16	2
Yugo separador	YL-2	1
Horquilla revirada	HR-16	2
Tensor de corredera	T-1	2

En el tendido con cable LA 545 "CARDINAL" se utilizarán grapas de compresión del tipo CH-540/M20 ACSR CARDINAL, con un C.R.M.E. de 95% del cable.

En el tendido con cable LA 280 "HAWK" se utilizarán grapas de compresión del tipo CH-280/M20 ACSR HAWK, con un C.R.M.E. de 95% del cable.

Herrajes del cable de fase circuito de 220 Kv. Herrajes del cable de tierra

El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Herrajes del cable de fase circuito de 220 Kv. Cadenas de suspensión

Estarán formadas por grillete recto, eslabón revirado y grapa de suspensión. Además, contarán con los herrajes necesarios para su conexión a tierra.

Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 207009

Los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea serán:

HERRAJE	TIPO	UDS.
Grillete recto	GN-16 T	1
Eslabón Revirado	ESR-16	1
Grapa de conexión sencilla	GCSAL-14/18	1
Grapa Basculante	GPC-8/16	1
Grapa de suspensión armada	GAS-3/FO/15/D	1

Se utilizarán grapas de suspensión armadas del tipo GAS-3/FO/15/D, con una carga de rotura mínima de 12.500 daN.

Herrajes del cable de fase circuito de 220 Kv. Cadenas de amarre

Estarán formadas por grillete recto, eslabón revirado, tensor de corredera, guardacabos, retención del anclaje, empalme de protección y grapa de conexión a tierra. Los herrajes serán de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la

Norma UNE 207009. Los herrajes utilizados para las cadenas de suspensión en el proyecto de esta línea serán:

HERRAJE	TIPO	UDS.
Grillete Recto	GN-16T	2
Eslabón revirado	ESR-16	2
Guardacabos	G-16	2
Empalme de protección	EPAW FO-15/I/2600	2
Retención de amarre	RAAW FO-21,5/D	2
Grapa de conexión sencilla	GCSAL-14/18	1

La carga de rotura mínima de los herrajes será de 12.500 daN.

Dispositivos antivibratorios

Se instalarán los dispositivos antivibratorios necesarios, tanto pasivos como activos, para evitar vibraciones perjudiciales.

Dispositivos antivibratorios pasivos o de refuerzo

Son los destinados a disminuir o evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones del conductor, sobre sí mismo y el resto de los elementos (varillas preformadas para refuerzo de los puntos de sujeción, grapas especiales, etc.).

Dispositivos antivibratorios activos o amortiguadores

Son los que impiden que las vibraciones alcancen magnitudes peligrosas: amortiguadores tipo Stockbridge neumáticos, a pistón, a palanca oscilante, a pesa y resorte, etc.

Se realizará estudio de detalle por parte del fabricante de los amortiguadores para su máximo ajuste a las condiciones de cada vano.

Contrapesos

Los contrapesos para los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre, serán de hierro fundido, galvanizados y con un peso aproximado de 10 Kg. No deberán dañar al conductor y estarán protegidos contra la corrosión. En caso de ser necesarios, se colocarán dos por puente y conductor de fase.

Manguitos de empalme

Cables de Fase

Los empalmes de los conductores entre sí se efectuarán por el sistema de "Manguito Comprimido", estando constituidos por un tubo de aluminio de extrusión.

Serán de un material inoxidable y homogéneo con el material del conductor que unen, con objeto de evitar la formación de par eléctrico apreciable.

Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 95% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

La conexión solo podrá realizarse en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas de amarre de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Cables de Comunicación

Las cajas de distribución proporcionan una conexión y un acceso fácil al enlace óptico, teniendo en consideración el cuidado de la fibra y el cable.

La caja de empalme de rápido acceso proporciona una efectiva protección frente a los agentes externos ambientales. Estas se instalarán en los propios apoyos de la línea aérea.

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.

Salvapájaros

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra y conductores para prevenir colisiones de aves. Se colocarán en los conductores de fase y/o de tierra, de diámetro aparente inferior a 20 mm, de manera que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m como máximo, siguiendo las recomendaciones del R.D. 1432/2008.

Serán tiras en "X" de neopreno (35 cm x 5 cm) o espirales (30 cm de diámetro por 1 metro de longitud) como medida preventiva anticolidión. Se admitirán otras soluciones de eficacia demostrada y aprobadas por la administración competente.

Apoyos

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores y los cables de tierra de modo directo a las estructuras de apoyo. Estas estructuras que en lo que sigue se denominarán simplemente "Apoyos" serán metálicas. Según su función se clasifican en:

- Apoyos de alineación: Su función es solamente soportar los conductores y cables de tierra; son empleados en las alineaciones rectas.
- Apoyos de anclaje: Su finalidad es proporcionar puntos firmes en la línea, que limiten e impidan la destrucción total de la misma cuando por cualquier causa se rompa un conductor o apoyo.
- Apoyos de ángulo: Empleados para sustentar los conductores y cables de tierra en los vértices o ángulos que forma la línea en su trazado. Además de las fuerzas propias de flexión, en esta clase de apoyos aparece la composición de las tensiones de cada dirección.
- Apoyos de fin de línea: Soportan las tensiones producidas por la línea; son su punto de anclaje de mayor resistencia.

- **Apoyos de paso aéreo a subterráneo:** Son apoyos fin de línea que tienen los dispositivos de maniobra, protección y empalme con el conductor subterráneo.
- **Apoyos especiales:** Su función es diferente a las enumeradas anteriormente; pueden ser, por ejemplo, cruce sobre ferrocarril, vías fluviales, líneas de telecomunicación o una bifurcación, etc.

Los apoyos tendrán una configuración de doble circuito, tal que los conductores de las tres fases se encuentren en bandera horizontal y cada fase estará constituida por dos conductores.

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo Metálicos de Celosía. Estos apoyos son de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos troncopiramidales cuadrados, con celosía doble alternada en los montantes y las cabezas prismáticas también de celosía, pero con las cuatro caras iguales.

Las crucetas, de sección recta octogonal, están formadas por un solo tramo. Las caras se han orientado tal que cuatro de ellas sean perpendiculares a los ejes de su sección recta.

El sistema de unión entre las crucetas y el fuste está formado por un conjunto de placas soldadas a la cruceta y al tubo pasante, que se conectarán mediante dos espárragos pasantes.

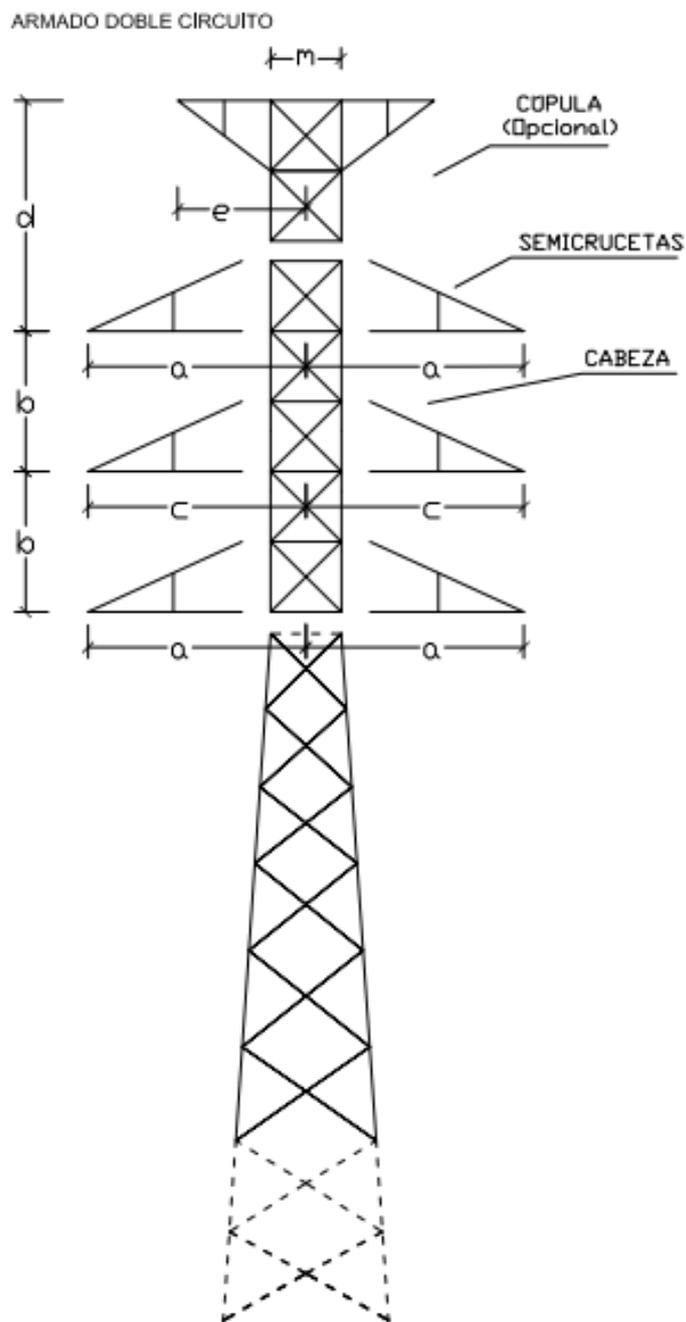
El tramo inferior del fuste del apoyo lleva soldada una placa de asiento circular de sección interior hexadecagonal de igual diámetro que el fuste del apoyo. Sobre dicha placa se dispone una corona de pernos que realizan el anclaje del apoyo por la adherencia de los mismos al hormigón.

Los apoyos dispondrán de doble cúpula para instalar los cables de guarda con fibra óptica por encima de los circuitos de energía, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación.

Los apoyos contarán con instalaciones de puesta a tierra. El dimensionado de estas seguirá las recomendaciones del apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, de forma que en cualquier circunstancia se garanticen valores adecuados de la tensión de contacto y de paso en el apoyo. Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

- **Electrodo de difusión:** Se dispondrán en dos patas de las torres situadas en una misma diagonal picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro, unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo, con el objeto de conseguir una resistencia de paso inferior a 20 ohmios.
- **Anillo difusor:** Cuando se trate de un apoyo frecuentado se realizará una puesta a tierra en anillo alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 metro como mínimo de las aristas del macizo de cimentación.

En el tramo doble circuito 220 kV se utilizarán apoyos como los de la siguiente figura:



TIPO	COTAS								
COI	b(m)	3,3	4,4	5,5	—	—	—	—	—
	a/c(m)	3,0	3,2	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,9
	d(m)	2,2	3,3	4,4	5,5	—	—	—	—
	e(m)	3	—	—	—	—	—	—	—

Figura 34: Silueta apoyo tipo dc 220 kv

En el tramo doble circuito 400 kV / 220 kV se utilizarán apoyos como los de la siguiente figura:

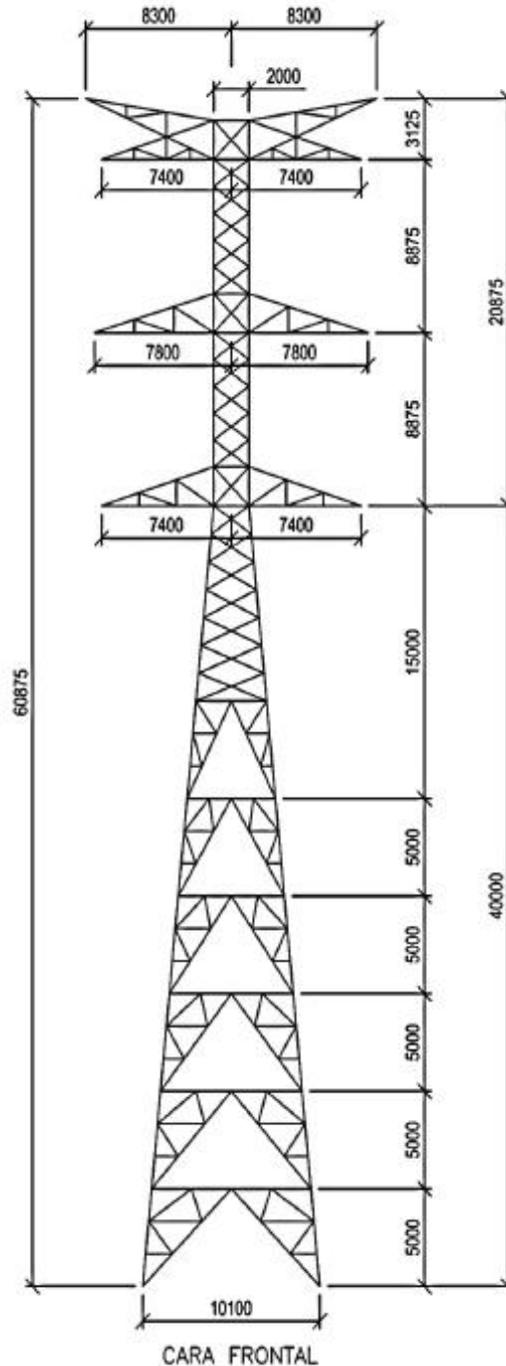


Figura 35: Silueta apoyo tipo dc 220kv/400 kv

Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa calidad HM-20 (dosificación de 200 kg/m³ y una resistencia mecánica de 20 N/mm²) y deberán cumplir lo especificado en la instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 (R.D. 1247/2008 de 18 de Julio).

La cimentación de los apoyos será del tipo fraccionada en cuatro macizos independientes. Estas cimentaciones estarán constituidas por un bloque de hormigón por cada uno de los anclajes del

apoyo al terreno, de forma prismática de sección circular, debiendo asumir los esfuerzos de tracción o compresión que recibe el apoyo.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 45 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Sus dimensiones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad.

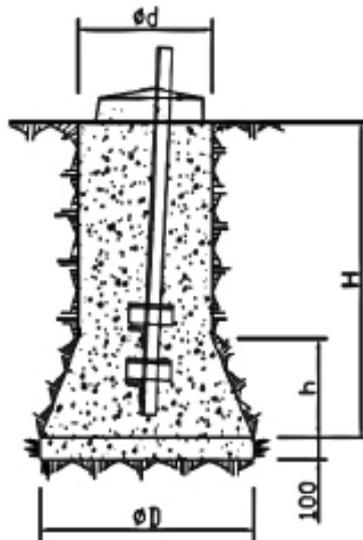


Figura 36: Cimentación Tipo Pata de Elefante

Tomas de tierra

Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm² de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC-07 del R.L.A.T.

Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia.

Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

La toma de tierra de un apoyo es el conjunto de su puesta a tierra y de su mejora de puestas a tierra, $(TT) = (PT) + (MT)$.

El principio básico de la puesta a tierra, es conseguir que la resistencia de difusión de la puesta a tierra sea inferior o igual a 20 Ω en los apoyos ubicados en zonas frecuentadas; en las zonas de pública concurrencia, además de cumplirse lo anterior, es obligatorio el empleo de electrodos de difusión en anillo cerrado enterrado alrededor del empotramiento del apoyo. El mismo tratamiento que para las

zonas de pública concurrencia deberá tenerse para los apoyos que soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra.

En el caso de zonas no frecuentadas, se considerará una resistencia de difusión de 60 Ω .

Cuando con la realización de estas puestas a tierra (PT) se alcancen valores superiores de la resistencia de puesta a tierra indicadas anteriormente, se procederá a la mejora de la puesta a tierra (MT), hasta conseguir valores iguales o inferiores a 20 Ω en zonas de pública concurrencia (PC), frecuentada (F) o de apoyos de maniobra (AM), o valores iguales o inferiores a 60 Ω , en zona no frecuentada (NF).

Para la realización de las tomas de tierra hay que tener en cuenta si los apoyos son con cimentación de macizos independientes o con cimentación monobloque.

Al efecto, la puesta a tierra se efectuará mediante un sistema mixto de picas y anillos perimetrales de cable de cobre desnudo, con diferentes diseños según la zona de ubicación del apoyo (frecuentada o no) y las características del terreno, tipo de suelo y resistividad.

Así, en todos los casos, dos montantes opuestos de cada apoyo quedarán unidos a tierra por medio de electrodos constituidos por picas cilíndricas bimetálicas de acero-cobre, de 14,6 mm de diámetro y 1,50 metros de longitud, hincadas en el terreno circundante y conectadas a los montantes por medio de cable de Cu desnudo de 50 mm² de sección. En las zonas frecuentadas, de pública concurrencia y para apoyos con elementos de maniobra y/o protección, los dos montantes y las picas quedarán adicionalmente puestos a tierra mediante un anillo formado por cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección enterrado a una profundidad mínima de 0,7 m.

Distancias mínimas de seguridad, cruzamientos y paralelismos

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero. La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

- En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.
- El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación, se incluye la tabla base para determinar distancias y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (KV)	DEL (METROS)	DPP (METROS)
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

TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (KV)	DEL (METROS)	DPP (METROS)
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

Como los apoyos son doble circuito con dos tensiones diferentes, para el diseño del circuito de 220 kV se tomaron las restricciones de 400 kV. Teniendo en cuenta lo anterior y el apartado 5.2 de la ITC LAT 07, para la tensión más elevada de la red $U_s = 420$ kV (dado que la tensión nominal es de 400 kV), se tiene que las distancias serán:

- Del = 2,80 m
- Dpp = 3,20 m

Siendo **Del**, la distancia externa de aislamiento a masa, ya sea la torre o un obstáculo externo, y **Dpp** distancia de aislamiento para prevenir descarga entre conductores.

Distancias en el apoyo

Distancias entre conductores

La distancia de los conductores sometidos a tensión mecánica entre sí, así como entre los conductores y los apoyos, debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito ni entre fases ni a tierra, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos. Con este objeto, la separación mínima entre conductores se determinará por la fórmula siguiente:

$$S = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot Dpp$$

en la cual:

D: Separación entre conductores en metros.

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento.

F: Flecha máxima en metros según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.

L: Longitud en metros de la cadena de suspensión (2,55 m). En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos $L=0$.

K': 0,75 al no tratarse de una línea de categoría especial.

Dpp: 2,8 metros

Distancia entre conductores y partes puestas a tierra

No será inferior a Del = 2,80 metros, según el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07. Las distancias de los conductores y accesorios en tensión a los apoyos serán superiores a este límite.

Distancias al terreno, caminos, sendas y cursos de agua no navegables.

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo del apartado 3.2.3., queden situados por encima de

cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables, a una altura mínima según la siguiente fórmula, con un mínimo de 6 metros:

$$Dadd + Del = 5,3 + 2,8 = 8,10 \text{ metros}$$

Cuando la línea atraviese explotaciones agropecuarias, la altura mínima será de 7,5 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

Distancias en cruzamientos con líneas eléctricas y de telecomunicaciones

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

El propietario de la línea que se va a cruzar deberá enviar, a requerimiento de la entidad que va a realizar el cruce, a la mayor brevedad posible, los datos básicos de la línea (por ejemplo, el tipo y sección del conductor, tensión, etc.) con el fin de realizar los cálculos y evitar errores por falta de información.

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07, quedando modificadas de la siguiente forma:

- Condición a): En líneas de tensión superior a 30 kV puede admitirse la existencia de un empalme por conductor en el vano de cruce.
- Condición b): Pueden emplearse apoyos de madera siempre que su fijación al terreno se realice mediante zancas metálicas o de hormigón.
- Condición c): Queda exceptuado su cumplimiento.

En los cruces de líneas eléctricas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobreelevar la línea preexistente, será de cargo del nuevo concesionario la modificación de la línea ya instalada. Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada. La distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de:

$$Dadd + Del = 1,5 + 2,8 = 4,30 \text{ metros}$$

Con un mínimo de:

Tensión nominal de la red U (kV)	Distancia (m)
45	2,1
66	3,0
110/132	4,0
220	5,0
400	7

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior, teniendo en cuenta la tensión de línea, a:

$$Dadd + Del = 1,5 + Del$$

Con un mínimo de 2 metros. Los valores de Del se indican en el apartado 5.2 de la ITC-LAT-07; en función de la tensión más elevada de la línea.

Independientemente del punto de cruce de ambas líneas, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, o entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de guarda de la línea eléctrica inferior, en el caso de que existan, se comprobará considerando:

Los conductores de fase de la línea eléctrica superior en las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecidas en el proyecto de la línea, los conductores de fase o los cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según la zona (-5 °C en zona A, -15 °C en zona B y -20 °C en zona C).

Se cumplirán todas y cada una de estas limitaciones.

En general, cuando el punto de cruce de ambas líneas se encuentre en las proximidades del centro del vano de la línea inferior, se tendrá en cuenta la posible desviación de los conductores de fase por la acción del viento.

Como se indica en el apartado 5.2 del Reglamento, las distancias externas mínimas de seguridad $D_{add} + D_{el}$ deben ser siempre superiores a 1,1 veces, distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta, entre las partes con tensión y las partes puestas a tierra.

Cuando la resultante de los esfuerzos del conductor en alguno de los apoyos de cruce de la línea inferior tenga componente vertical ascendente, se tomarán las debidas precauciones para que no se desprendan los conductores, aisladores o soportes.

Podrán realizarse cruces de líneas sin que la línea superior reúna en el cruce las condiciones de seguridad reforzada señaladas en el apartado 5.3 del Reglamento, si la línea inferior estuviera protegida en el cruce por un haz de cables de acero, situado entre ambas, con la suficiente resistencia mecánica para soportar la caída de los conductores de la línea superior en el caso de que estos se rompieran o desprendieran.

Los cables de acero de protección serán de acero galvanizado y estarán puestos a tierra en las condiciones prescritas en el apartado correspondiente del Reglamento.

El haz de cables de protección tendrá una longitud sobre la línea inferior, igual al menos a vez y media la protección horizontal de la separación entre los conductores extremos de la línea superior, en la dirección de la línea inferior. Dicho haz de cables de protección podrá situarse sobre los mismos o diferentes apoyos de la línea inferior, pero en todo caso los apoyos que lo soportan en su parte enterrada serán metálicos o de hormigón.

Para este caso, las distancias mínimas verticales entre los conductores de la línea superior e inferior y el haz de cables de protección serán $1,5 \times D_{el}$, con un mínimo de 0,75 metros, para las tensiones respectivas de las líneas en cuestión.

Se podrá autorizar excepcionalmente, previa justificación, el que se fijen sobre un mismo apoyo dos líneas que se crucen. En este caso, en dicho apoyo y en los conductores de la línea superior se cumplirán las prescripciones de seguridad reforzada determinadas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

En estos casos en que por circunstancias singulares sea preciso que la línea de menor tensión cruce por encima de la de tensión superior, será preciso recabar la autorización expresa, teniendo presente en el cruce todas las prescripciones y criterios expuestos en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 07.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto, por tanto, a las prescripciones de este apartado.

La mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no será inferior a los valores indicados en la tabla:

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES EN CRUZAMIENTOS.	
Tensión nominal de la red U (kV)	Distancia (m)
45	3,2
66	3,3
132	4,4
220	5,5
400	7,2

En el caso en que la línea inferior esté dotada de cable de tierra, ya sea convencional o compuesto tierra-óptico, la distancia mínima vertical entre este y los conductores no será inferior a los valores indicados en la Tabla: Distancia entre conductores en cruzamientos.

DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA EN CRUZAMIENTOS	
Tensión nominal de la red U (kV)	Distancia (m)
45	4,3
66	4,3
132	4,3
220	4,3
400	4,3

En ambos casos, para los conductores de la línea superior se tendrán en cuenta las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecida en el proyecto y los conductores de la línea inferior sin sobrecarga y a la temperatura mínima según la zona.

Los valores de distancia mínima vertical indicados anteriormente son en función de la tensión más elevada de las líneas que se cruzan.

Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas

Se entiende que existe paralelismo cuando dos o más líneas próximas siguen sensiblemente la misma dirección, aunque no sean rigurosamente paralelas.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o de distribución de energía eléctrica, a distancias inferiores a 1,5 veces de altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a la prescrita en el apartado 5.4.1 de la ITC-LAT-07, considerando los valores K, K', L, F y Dpp de la línea de mayor tensión.

Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

Distancias a carreteras

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.
- Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma aplicable a tal efecto.
- Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas, autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas

Distancia a ferrocarriles sin electrificar

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.
- La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.
- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los órganos competentes de la Administración. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación, medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.
- En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media la altura del apoyo.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

Cruzamientos

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.

En el cruzamiento entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, según las hipótesis del apartado 3.2.3, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

$D_{add} + D_{el} = 7,5 + 2,8 = 10,30$ en metros,

con un mínimo de 7 metros. Los valores de D_{el} , se indican en el apartado 5.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías y trolebuses provistos de trole, o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no quede, teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pueda adoptar, a menor distancia de aquellos que la definida anteriormente.

Paralelismos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3.

Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se seguirá lo indicado para ferrocarriles sin electrificar.

Distancias a ríos y canales navegables o flotables

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos se cumplirá con lo marcado en la ITC-LAT-07.

Paso por zonas

En general, para las líneas eléctricas aéreas con conductores desnudos se define la zona de servidumbre de vuelo como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables, sin contemplar distancia alguna adicional.

Las condiciones más desfavorables son considerar los conductores y sus cadenas de aisladores en su posición de máxima desviación, es decir, sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según apartado 3.1.2 de la ITC LAT 07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 °C.

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir el R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbre de paso.

Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC-LAT-07

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, mediante la indemnización correspondiente, 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:

$D_{add} + D_{el} = 1,5 + 2,80 = 4,30$ metros,

Con un mínimo de 2 metros.

El responsable de la explotación de la línea estará obligado a garantizar que la distancia de seguridad entre los conductores de la línea y la masa de arbolado dentro de la zona de servidumbre de paso satisface las prescripciones de este reglamento, estando obligado el propietario de los terrenos a permitir la realización de tales actividades. Asimismo, comunicará al órgano competente de la administración las masas de arbolado excluidas de zona de servidumbre de paso, que pudieran comprometer las distancias de seguridad establecida en este reglamento. Deberá vigilar también que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

- En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles; la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07.
- Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea, se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables descritas en este apartado.

Igualmente deberán ser cortados todos aquellos árboles que constituyen un peligro para la conservación de la línea, entendiéndose como tales los que, por inclinación o caída fortuita o provocada puedan alcanzar los conductores en su posición normal, en la hipótesis de temperatura b) del apartado 3.2.3 de la ITC LAT 07. Esta circunstancia será función del tipo y estado del árbol, inclinación y estado del terreno, y situación del árbol respecto a la línea.

Los titulares de las redes de distribución y transporte de energía eléctrica deben mantener los márgenes por donde discurren las líneas limpias de vegetación, al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

Asimismo, queda prohibida la plantación de árboles que puedan crecer hasta llegar a comprometer las distancias de seguridad reglamentarias.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 5.3 de la ITC LAT 07.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación.

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 + 2,8= 6,1 metros,

con un mínimo de 5 metros.

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:

- Sobre puntos accesibles a las personas: $5,5 + \text{Del} = 5,5 + 2,8 = 8,3$ metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: $3,3 + \text{Del} = 3,3 + 2,8 = 6,1$ metros, con un mínimo de 4 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.

Proximidades a obras

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, y en particular el 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, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

Transiciones aéreo subterráneo

Se entiende por conversión aéreo subterránea a aquel conjunto formado por apoyo, amarre, pararrayos, terminales, puesta a tierra, cerramiento y obra civil correspondiente que permite la continuidad de la línea eléctrica cuando esta pasa de un tramo aéreo a otro subterráneo.

En lo que a la disposición del cable subterráneo se refiere, quedarán sobre la parte central de una de las caras del apoyo. La curvatura de los cables en el tramo entre la cruceta y el cuerpo del apoyo respetará en todo momento los radios de curvatura mínimos.

Se establece como valor mínimo de curvatura **16 veces el diámetro del cable**.

Una vez en el cuerpo del apoyo se hará uso de estructuras accesorias para el soporte de las abrazaderas o bridas de sujeción de los cables. Estas serán de material no magnético, como nylon, teflón o similar, y se situarán a lo largo del apoyo con una distancia máxima entre ellas de 1,5 metros.

En la parte inferior del apoyo se dispondrá una protección para el cable a través de tubo o canaleta metálicos para cubrir las ternas. Esta protección irá empotrada en la cimentación y quedará obturada en la parte superior con espuma de poliuretano expandido para evitar la entrada de agua. Sobresaldrá 2,5 metros de la cimentación.

1.3.3.2 Línea Subterránea de Evacuación Promotores Fuencarral

Los tramos subterráneos tendrán configuración Doble Circuito (400 kV / 220 kV), La parte subterránea de la línea de evacuación tiene las siguientes características principales:

CARACTERÍSTICAS GENERALES. LÍNEA SUBTERRÁNEA		
Circuito	400 kV	220 kV
Sistema	Corriente alterna trifásica	Corriente alterna trifásica
Frecuencia	50 Hz	50 Hz
Tensión nominal	400 kV	220 kV
Tensión más elevada de la red	420 kV	245 kV
Categoría	Especial	Especial
Potencia a transportar (MWn)	300 MW	424 MW
Disposición	Tresbolillo con 2 cables de Fibra Óptica	Tresbolillo con 2 cables de Fibra Óptica
N.º de circuitos	1 (zanja Doble Circuito)	1 (zanja Doble Circuito)
N.º de conductores por fase	1	1
Tipo de conductor subterráneo	RHE-RA+2OL 400kV 1x2000M+T375AL	RHE-RA+2OL 220kV 1x2000M+T375AL
Tipo de canalización	Entubada con macizo hormigón y relleno terreno	Entubada con macizo hormigón y relleno terreno
Longitud Tramos (km)	0,9 + 3,6 + 0,4	0,9 + 3,6 + 0,4 + 0,2

Conductor de fase para los tramos

Circuito de 400 kV

El cable de 400 kV proyectado en el presente proyecto de ejecución cumple con lo especificado en las normas:

- UNE 211067-1: "Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m=170$ kV) hasta 400 kV ($U_m=420$ kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos".
- UNE-EN 60228 Conductores de cables aislados (IEC 60228).

El cable proyectado es CIS-XLPE 400kV 2000CuMil AL1.2+sc DTC: Cable aislado de aislamiento XLPE 400 KV de cobre 1x2000 mm² de sección y aislamiento.

La composición general de los cables aislados de cobre con pantalla de aluminio para tensión nominal de 400kV será la que se muestra a continuación:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONDUCTOR AISLADO DE 400 KV.	
Tipo	VOLTALENE RHE-RA+2OL 400kV 1x2000M+T375AL (FR68004)
Material del conductor	Hilos de Cobre
Material de la pantalla	Aluminio
Material del aislamiento	XLPE
Sección del conductor	2000 mm ²
Diámetro del conductor	58,6 mm

Diámetro exterior del cable	122,0 mm
Peso aproximado	27,9 kg/m
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR AISLADO DE 400 KV.	
Tensión asignada	220/400 kV
Tensión más elevada para el material	420 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)	318 kV
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en conductor (500ms; t₀=90°C)	404,1 kA
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en pantalla (500ms; t₀=80°C)	55,8 kA
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONDUCTOR AISLADO	
Radio de curvatura mínimo en banco de tubos	12,5 m
Esfuerzo máximo de tiro	11770 daN
Esfuerzo máximo lateral	980 daN/m
Peso del aluminio aprox.	1,2 kg/m
Peso del cobre aprox.	18,2 kg/m

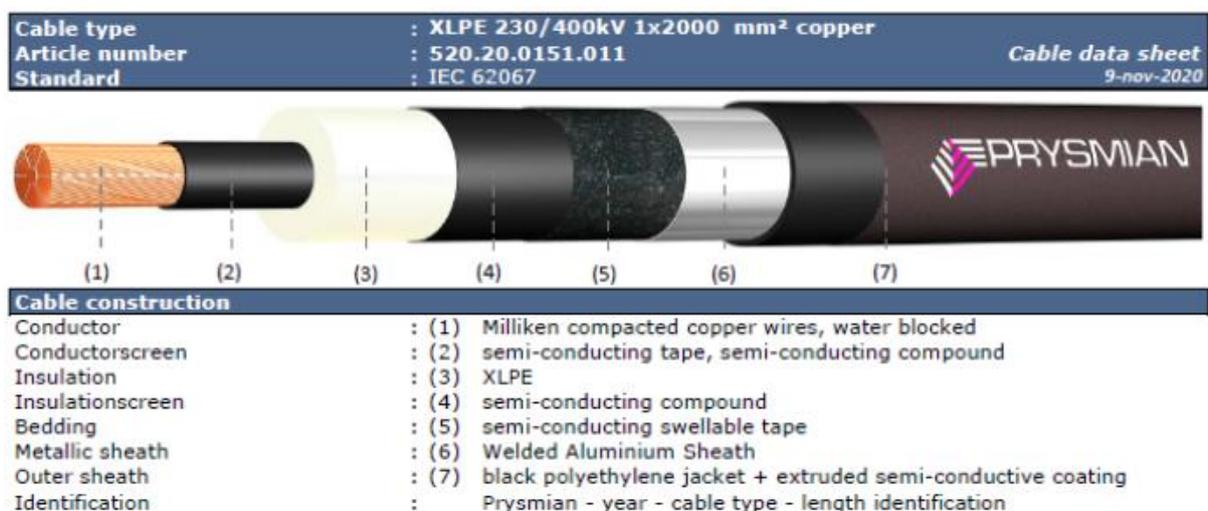


Figura 37: Conductor Subterráneo seleccionado 400 kV

Circuito de 220 kV

El cable de 220 kV proyectado en el presente proyecto de ejecución cumple con las normas:

- UNE 211067-1: "Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV (Um=170 kV) hasta 400 kV (Um=420 kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos".
- UNE-EN 60228 Conductores de cables aislados (IEC 60228).

El cable proyectado es RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2000M+T375AL: Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de cobre 1x2000M mm² de sección y pantalla XLPE Cinta hinchable semiconductora en hélice solapada, de una sección total de 109,6 mm².

La composición general de los cables aislados de cobre con pantalla para tensión nominal de 220 kV será la que se muestra a continuación:

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONDUCTOR AISLADO DE 220 KV.	
Tipo	VOLTALENE RHE-RA+2OL 220kV 1x2000M+T375AL (FR68004)
Material del conductor	Hilos de Cobre
Material de la pantalla	Aluminio
Material del aislamiento	XLPE
Sección del conductor	2000 mm ²
Diámetro del conductor	58,6 mm
Diámetro exterior del cable	122,0 mm
Peso aproximado	27,9 kg/m
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL CONDUCTOR AISLADO DE 220 KV	
Tensión asignada	127/220 kV
Tensión más elevada para el material	245 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo	1050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min)	318 kV
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en conductor (500ms; t₀=90°C)	404,1 kA
Intensidad máxima admisible de cortocircuito en pantalla (500ms; t₀=80°C)	55,8 kA
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL CONDUCTOR AISLADO DE 220 KV.	
Radio de curvatura mínimo en banco de tubos	12,5 m
Esfuerzo máximo de tiro	11770 daN
Esfuerzo máximo lateral	980 daN/m
Peso del aluminio aprox.	1,2 kg/m
Peso del cobre aprox.	18,2 kg/m



Figura 38: Conductor subterráneo seleccionado 127/220 kv

Botella terminal tipo exterior

La conexión entre el cable y la línea aérea se realizará mediante botellas terminales de tipo exterior unipolar por fase. Las botellas terminales tipo exterior se instalarán en las crucetas del apoyo paso aéreo subterráneo en los soportes especiales diseñados para su instalación.

Las características técnicas de las botellas terminales tipo exterior serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

Empalmes

Se utilizarán empalmes de tipo recto con seccionamiento de pantalla y cuerpo premoldeado. Los empalmes serán probados en fábrica previamente al montaje para cada instalación en particular. Proporcionarán al menos las mismas características eléctricas y mecánicas que los cables que unen, teniendo al menos la misma capacidad de transporte, mismo nivel de aislamiento, corriente de cortocircuito, protección contra entrada de agua, protección contra degradación, etc.

Cada juego de empalmes se suministrará con todos los accesorios y pequeño material necesarios para la confección y conexionado de pantallas. Las líneas se dispondrán en tramos de la mayor longitud posible, reduciendo el número de empalmes al mínimo necesario. Los empalmes deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE 211067-1: “Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m=170$ kV) hasta 400 kV ($U_m=420$ kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos”.

Pararrayos

Con el objeto de proteger los cables contra las sobretensiones provocadas por descargas atmosféricas se instalará una autoválvula o pararrayos en los extremos de los cables unipolares, en caso de terminal exterior.

La autoválvula será de óxido de zinc como elemento activo.

Las características exigidas serán como mínimo las mismas que para los terminales exterior, disponiendo de la misma línea de fuga y de una corriente de descarga nominal de al menos 10kA.

El aislador de la autoválvula será polimérico.

Puesta a tierra de los tramos subterráneos

La puesta a tierra se realizará por el método “Single Point” para los tramos 1 y 3, y “Crossbonding y Single Point” para el tramo 2.

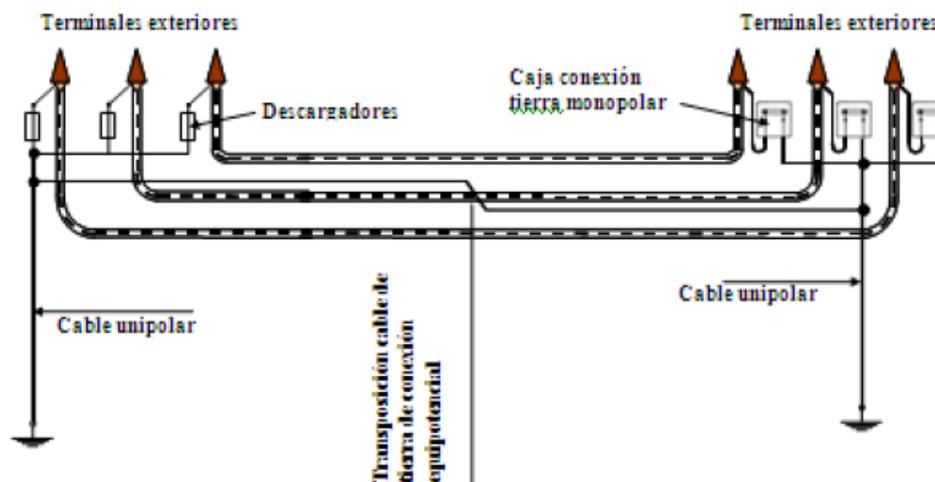


Figura 39: Esquema de conexión a tierra mediante instalación “Single point”

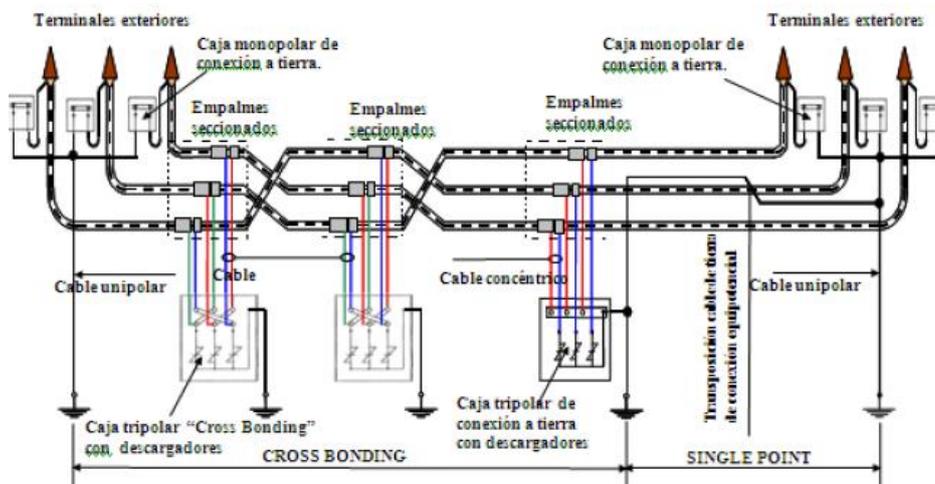


Figura 40: esquema de conexión a tierra mediante instalación mixta “crossbonding + single point”

1.4 Zona de afección

1.4.1 Propiedades afectadas

Las instalaciones descritas en el presente Plan Especial afectan a propiedades ubicadas en **Aranjuez, Colmenar de Oreja, Chinchón, Titulcia, Morata de Tajuña, Arganda del Rey, Campo Real, Valdilecha, Loeches, Mejorada del Campo, Torres de la Alameda, San Fernando de Henares, Paracuellos de Jarama, Ajalvir, Cobeña, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Madrid, en la Comunidad de Madrid**, en las siguientes categorías de clasificación del suelo:

Municipio	Proyectos	Instalaciones	Categorías afectadas
Aranjuez	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Protegido Tipo I. Espacios Protegidos. Parque Regional. Zona B de Reserva Natural (I.2.1)
			Suelo No Urbanizable Protegido Tipo I. Espacios Protegidos. Vías Pecuarias. (I.5)
			Suelo No Urbanizable Protegido Tipo III. Espacios de Interés Forestal y Paisajístico en General. (III.3)
Colmenar de Oreja	Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos" y Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos". Zona 4, Subestación "Los Pradillos". Zona 4, Línea E/S Los Pradillos 400 kV y Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)
Chinchón	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Protegido. Contaminación por vertidos a cursos de agua
			Suelo No Urbanizable Protegido. Alta productividad agrícola
			Suelo No Urbanizable Protegido. Infraestructuras
			Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado)
Titulcia	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado)
Morata de Tajuña	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)
Arganda del Rey	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral y Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Línea Aérea de Alta Tensión y Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI	(*) Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)
			(*) Suelo No Urbanizable de Protección de las Especies Arbóreas Grado 2º
			(*) Suelo No Urbanizable de Protección de la parcelación agropecuaria Grado 2º

Municipio	Proyectos	Instalaciones	Categorías afectadas
Campo Real	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI	Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido por su interés Agrario (SNU-P(A))
			Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido por su interés Agrario (SNU-P(PT))
			Suelo No Urbanizable Común (SNU-C) (Suelo Urbanizable No Sectorizado)
Valdilecha	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Plantas Solares Fotovoltaicas "Envatios XXIV"-Fase I y Fase II y Subestación Valdilecha	Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)
			Suelo No Urbanizable de Protección Agrícola Grado 2
Loeches	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral y Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Línea Aérea de Alta Tensión y Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI	Suelo No Urbanizable de Protección Especial del Espacio Rural y la Urbanización
			Suelo No Urbanizable de Protección Especial de Espacios forestales en Régimen Especial
			Suelo No Urbanizable de Protección Especial de Espacios de Interés Edafológico
			Suelo No Urbanizable de Protección Especial de Preferente Reforestación
Mejorada del Campo	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral y Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Línea Aérea de Alta Tensión, Plantas Solares Fotovoltaicas "Envatios XXIV"-Fase I y Fase II, Subestación Envatios XXIV, Línea 132 kV y Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV	Suelo No Urbanizable. Especial Protección del Medio Ambiente-Paisajístico. Intensidad de Uso: Natural Exclusiva (SNU-PM-PAI-N) (Clave 00.2)
			Suelo No Urbanizable. Rústico de Reserva. Uso Agropecuario. Intensidad de Uso: Cultivo Exclusivo (SNU-RR-AGR-C) (Clave 90.0).
			Suelo No Urbanizable. Rústico de Reserva. Uso Agropecuario. Intensidad de Uso: Instalaciones Complementarias Agropecuarias. (SNU-DC-AGR-T) (Clave 91).
			Suelo No Urbanizable. Rústico de Reserva. Reserva Municipal Patrimonio Municipal de Suelo. Residencial Protegido. (SNU-RM-REP-C) (Clave 90.2)
			Suelo No Urbanizable. Vías Pecuarias (SNU-VIP-N) (Clave 00.0).
			Suelo No Urbanizable. Rústico de Reserva. Sistema General. Servicios e Infraestructuras. (SNU-RR-SER-C y SNU-SG-SER-C) (Clave 90.1)

Municipio	Proyectos	Instalaciones	Categorías afectadas
			Suelo No Urbanizable. Especial Protección Parque Regional. Uso Ecológico. Reserva Natural (SNU-PR-ECO-B)
			Suelo No Urbanizable. Especial Protección Parque Regional. Uso Ecológico. Usos Específicos (SNU-PR-ECO-E) (Clave 02).
			Suelo Urbanizable Planeamiento Incorporado (SUZ-PI)
Torres de la Alameda	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV", Fase III, Subestación Envatios XXIV- Fase III y Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV	Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)
San Fernando de Henares	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral y Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Línea Aérea de Alta Tensión y Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV	Suelo No Urbanizable. Protegido. Parque Regional (SNUP-PSE)
			Suelo No Urbanizable. Protegido. Vías Pecuarias. (SNUP-VP)
			Sistemas Generales. Viario
			Sistemas Generales. Ferrocarril
			Suelo Urbanizable Programado
			Suelo Urbanizable Programado. Predominante Terciario Oficinas
			Suelo No Urbanizable Protegido. Afección de Infraestructuras. (SNUP-AF).
Paracuellos del Jarama	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Preservado. ([1a] Espacios de Reforestación, [1b] Dotacional Público., [1c] Institucional).
			Suelo Urbanizable Programado
			Suelo No Urbanizable Protegido. Espacios de interés forestal y paisajístico
			Suelo No Urbanizable Protegido. Especial Protección Agrícola
Ajalvir	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido. Cauces, Riveras y Embalses
			Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)
Cobeña	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo No Urbanizable Común (Suelo Urbanizable No Sectorizado Ley 9/2001 de la CAM)

Municipio	Proyectos	Instalaciones	Categorías afectadas
			Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido. Reserva y Protección de Infraestructuras
			Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido. Vegas, Cauces y Vaguadas
San Sebastián de los Reyes	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	<i>(*) Suelo No Urbanizable de Especial Protección 03. Vegas</i>
			<i>(*) Suelo No Urbanizable 04. Secanos</i>
			<i>(*) Suelo No Urbanizable de Especial Protección 08. Defensa Ambiental</i>
			Suelo No Urbanizable Protegido. Vías Pecuarias
			Sistemas Generales Existentes
			Sistemas Generales Adscritos a Suelo Urbanizable Programado. Área de Reparto 2. "Cerro del Baile"
			Sistemas Generales con Planeamiento Incorporado "Dehesa Vieja"
			<i>(*) Suelo No Urbanizable Especial Protección 01. Encinar</i>
			<i>(*) Suelo No Urbanizable Especial Protección 07. Defensa del Paisaje</i>
<i>(*) Suelo No Urbanizable Especial Protección 05. Militar</i>			
Alcobendas	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Suelo Urbano
			Suelo No Urbanizable Preservado Inadecuado para la Urbanización
			Suelo Urbanizable No Sectorizado
			Red Supramunicipal de Infraestructuras
			Suelo No Urbanizable de Especial Protección por Ley Forestal
Madrid (**)	Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Línea Aérea de Alta Tensión	Sistema General "Cuarteles de El Goloso" (Servicios Singulares)
			(API 08.09) Área de Planeamiento Incorporado "Universidad Autónoma".
			<i>(***) (SNUP 3) Suelo No Urbanizable Protegido Forestal</i>

() Clasificación recogida en el planeamiento antecedente, al estar el planeamiento vigente aplazado para estos ámbitos.*

*(**) Con carácter general, Para justificar la implantación del trazado de la línea eléctrica en cumplimiento del art. 7.13.8. **Condiciones particulares de la red de energía eléctrica de las NNUU del PGOUM'97**, se ubica el trazado de la línea en paralelo a las líneas de alta tensión existentes, conformando un único pasillo eléctrico, adaptándose a la realidad territorial y minimizando la afeción en el territorio y en el medio ambiente.*

(***) La legislación sectorial estos suelos se encuentran catalogados como monte preservado, en los que cualquier actividad que altere sustancialmente la situación de estado físico del suelo o de las cubiertas vegetales existentes conformará un cambio de uso forestal. En nuestro caso, la instalación de línea aérea de alta tensión apenas provocará un mínimo cambio del estado físico del suelo o de su cubierta vegetal, pues los apoyos de las torres son de escasa dimensiones, y están muy distanciados entre sí.

1.4.2 Afecciones sectoriales

En la siguiente tabla se recogen las distintas afecciones sectoriales y organismos afectados, clasificados por los distintos proyectos e instalaciones en cada municipio de las infraestructuras del Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral en la Comunidad de Madrid:

1.4.2.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”			
PSFV “Los Pradillos”. Zona 4	Colmenar de Oreja	Caminos públicos municipales • Camino de Vadillo • Camino de Valdecasillas • Camino de los Coches	Ayuntamiento de Colmenar de Oreja
		Cauces • Arroyo innominado	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas • M-305	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: • Cordel de la Senda Galiana • Vereda Vadillo de los Pastores • Cañada los Lanchares	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
Subestación Elevadora “SE Los Pradillos 400 kV”	Colmenar de Oreja	No procede	No procede
Línea E/S SE Los Pradillos 400Kv	Colmenar de Oreja	Caminos públicos municipales: • Camino del Puente Largo • Camino de Valdecasillas • Camino de los Tinajeros	Ayuntamiento de Colmenar de Oreja

1.4.2.2 Planta Solar Fotovoltaica “Envatios XXIV”

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
Planta Solar Fotovoltaica “Envatios XXIV”			
PSFV “Envatios XXIV-F1”	Mejorada del Campo	Caminos públicos municipales	Ayuntamiento de Mejorada del Campo
		Oleoducto	Compañía logística de Hidrocarburos (CLH)
		Línea Eléctrica de Alta Tensión (220 kV)	

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
	Valdilecha	Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
		Camino público municipal <ul style="list-style-type: none"> • Camino de Perales • Vereda de Ulagosa • Vereda de los Tintos • Camino de Madrid • Camino de Tielmes 	Ayuntamiento de Valdilecha
		Línea Eléctrica de Media Tensión (<100 kV)	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
PSFV "Envatios XXIV-F2"	Mejorada del Campo	Camino público municipal	Ayuntamiento de Mejorada del Campo
		Cauces <ul style="list-style-type: none"> • Arroyo innominado 	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión (dos de 400 kV y dos de 220 kV)	Red Eléctrica Española (REE), Endesa e Iberdrola (según línea)
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Valdilecha	Camino público municipal <ul style="list-style-type: none"> • Camino a Arganda • Vereda de los Tintos • Camino de Madrid • Camino de Tielmes 	Ayuntamiento de Valdilecha
		Carreteras Autonómicas <ul style="list-style-type: none"> • M-229 	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: <ul style="list-style-type: none"> • Cordel de Extremadura 	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
PSFV "Envatios XXIV-F3"	Torres de la Alameda	Camino público municipal <ul style="list-style-type: none"> • Camino Real de Fernando VII • Caminos innominados • Camino del Sotillo 	Ayuntamiento de Torres de la Alameda
		Cauces <ul style="list-style-type: none"> • Barranco del Tejón 	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas <ul style="list-style-type: none"> • M-224 • M-300 	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
		Ferrocarril Alta Velocidad	ADIF
		Vías Pecuarias: • Colada la Galiana	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Líneas Eléctricas de Alta y Media Tensión	Red Eléctrica Española (REE), Endesa e Iberdrola (según línea)
SE "Envatios XXIV"	Mejorada del Campo	Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
SE Valdilecha	Valdilecha	Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
SE "Envatios XXIV-Fase 3"	Torres de la Alameda	No procede	No procede
Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI"	Campo Real	Caminos públicos municipales • Camino de Valdilecha • Camino de Tielmes • Camino de Perales a Campo Real • Camino del Carranquero • Caminos innominados	Ayuntamiento de Campo Real
		Carreteras Autonómicas • M-220	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: • Cordel de Extemadura	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Línea Eléctrica de Alta Tensión (220 kV)	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Arganda del Rey	Caminos públicos municipales • Caminos innominados • Camino de San Martín • Camino de Morata a Campo Real	Ayuntamiento de Arganda del Rey
		Cauces • Arroyo Valtierra • Arroyo de Valdembrillo • Arroyo del Cacerón	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Autovía Radial • R-3	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana – D.G. de Carreteras

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES					
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO		
		Carreteras Autonómicas • M-229 • M-209 • M-300	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras		
		Vías Pecuarias: • Colada de las Yeguas • Colada del Estrechillo • Vereda Carpetania	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.		
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión (400 kV y 220 kV)	Red Eléctrica Española (REE), Endesa e Iberdrola (según línea)		
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)		
	Loeches	Caminos públicos municipales • Camino de las Hiruelas • Camino de Velilla • Camino del Paseo del Abuelo • Camino Calle Duque de Alba • Caminos innominados		Ayuntamiento de Loeches	
			Cauces • Arroyo Valdegatos • Arroyo de Pantueña	Confederación Hidrográfica del Tajo	
			Carreteras Autonómicas • M-217	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras	
			Vías Pecuarias: • Vereda de Loeches	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.	
		Oleoducto	Compañía logística de Hidrocarburos (CLH)		
		Gasoducto			
		Línea Eléctrica de Alta Tensión (220 kV)			
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)		
		Mejorada del Campo	Caminos públicos municipales		Ayuntamiento de Mejorada del Campo
			Carreteras Autonómicas • MP-203 (Sin finalizar ejecución)		Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
	Líneas Eléctricas de Alta Tensión (400 kV y 220 kV)			Red Eléctrica Española (REE), Endesa e Iberdrola (según línea)	
	Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)			Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)	

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV”	Torres de la Alameda	Caminos públicos municipales • Camino del Sotillo • Camino de Torrejón • Caminos innominados	Ayuntamiento de Torres de la Alameda
		Carreteras Autonómicas • M-224 • Ctra. Camino de los Conares	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Línea de Alta Velocidad	ADIF
		Vías Pecuarias: • Colada la Galiana	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Línea Eléctrica de Media Tensión	
	Loeches	Caminos públicos municipales • Camino de Pajarillas • Caminos innominados	Ayuntamiento de Loeches
		Cauces • Arroyos innominados	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas • M-203 • MP-203 (Sin finalizar ejecución) • MP-206	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Oleoducto	Compañía logística de Hidrocarburos (CLH)
		Líneas Eléctricas de Alta y Media Tensión	
	San Fernando de Henares	Caminos públicos municipales • Camino innominado	Ayuntamiento de San Fernando de Henares
		Oleoducto	Compañía logística de Hidrocarburos (CLH)
	Mejorada del Campo	Caminos públicos municipales • Camino innominado	Ayuntamiento de Mejorada del Campo
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA MEJORADA DEL CAMPO ”	Mejorada del Campo	Caminos públicos municipales • Camino innominado

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
Línea de media tensión subterránea 30 kV "ENVATIOS XXIV FASE I ZONA VALDILECHA – SET"	Valdilecha	No procede	No procede
Línea de media tensión subterránea 30 kV	Mejorada del Campo	Camino públicos municipales • Camino innominado	Ayuntamiento de Mejorada del Campo
		Carreteras Autonómicas • MP-203 (Sin finalizar ejecución)	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras

1.4.2.3 Línea de Evacuación Promotores Fuencarral

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
Línea de Evacuación Promotores Fuencarral			
Línea de Evacuación Promotores Fuencarral	Aranjuez	Cauces • Río Jarama • Arroyo del Valle Hondo	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Vías Pecuarias: • Cordel de la Senda Galiana	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Oleoducto	Compañía logística de Hidrocarburos (CLH)
	Colmenar de Oreja	No procede	No procede
	Chinchón	Cauces • Río Tajuña • Arroyo de las Cárcavas Grandes • Valle de Calabazas • Acequia del Moral • Cacera de la Vega de Chinchón • Valle de la Amarguilla • Barranco del Agramadero • Arroyos innominados	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas • M-320 • M-404	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: • Vereda de la Blanca • Cordel del Quiñón • Vereda del Molino Caido	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
	Titulcia	No procede	No procede

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
	Morata de Tajuña	Carreteras Autonómicas • M-302 • M-311 • M-313 • M-311	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: • Cordel de las Merinas • Colada Senda de la Galiana • Colada Camino del Megial • Colada del Camino Viejo de Madrid • Colada del Pico de la Fuente del Valle	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Gasoducto	
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
	Arganda del Rey	Caminos públicos municipales • Caminos innominados • Camino de Morata a Campo Real	Ayuntamiento de Arganda del Rey
		Cauces • Arroyo Valtierra • Arroyo de Valdembrillo • Arroyo del Cacerón	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras y Autovías • A-3 • N-3a • R-3	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana – D.G. de Carreteras
		Carreteras Autonómicas • M-229 • M-209 • M-300 • M-311	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: • Colada del Camino Viejo de Chinchón • Vereda de Valdecabañas • Colada del Camino de Puente Viejo • Colada del Estrechillo • Colada de las Yeguas • Vereda Carpetana	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
	Campo Real	Caminos públicos municipales • Caminos innominados	Ayuntamiento de Campo Real
	Loeches	Caminos públicos municipales • Camino de las Hiruelas • Camino de Velilla • Camino del Paseo del Abuelo • Camino Calle Duque de Alba • Caminos innominados	Ayuntamiento de Loeches
		Cauces • Arroyo Valdegatos • Arroyo de Pantueña	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas • M-217	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: • Vereda de Loeches	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Gasoducto	
		Oleoducto	
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
		Mejorada del Campo	Caminos públicos municipales • Caminos innominados
	Cauces • Río Henares • Arroyo Innominado		Confederación Hidrográfica del Tajo
	Carreteras Autonómicas • M-203 • MP-203 (Sin finalizar ejecución) • Carretera convencional		Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
	Línea de Alta Velocidad		ADIF
	Vías Pecuarias: • Cordel de Butarrón		Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
	Oleoducto		
	Líneas Eléctricas de Alta Tensión		
	Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)		Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
	San Fernando de Henares	Caminos públicos municipales • Caminos innominados	Ayuntamiento de San Fernando de Henares
		Cauces • Arroyo Innominado	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras y Autovías • A-2 (E-90) • M-50 • M-21	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana – D.G. de Carreteras
		Carreteras Autonómicas • M-206 • MP-115 • Carretera convencional	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Ferrocarril • Madrid-Chamartin-Barna-Est. de França	ADIF
		Vías Pecuarias: • Vereda del Sedano • Vereda del Camino de Galapagar • Cañada Real de la Senda Galiana	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.
		Gasoducto	
		Oleoducto	
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Paracuellos del Jarama	Caminos públicos municipales • Caminos innominados	Ayuntamiento de Paracuellos del Jarama
		Cauces • Arroyo de las Culebras	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras y Autovías • R-2 • M-50	Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana – D.G. de Carreteras
		Carreteras Autonómicas • MP-115 • MP-111 • Carretera convencional	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Gasoducto	
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Ajalvir	Caminos públicos municipales • Caminos innominados	Ayuntamiento de Ajalvir

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES				
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO	
		Cauces <ul style="list-style-type: none"> • Barranco de la Coja • Arroyo de las Culebras 	Confederación Hidrográfica del Tajo	
		Carreteras Autonómicas <ul style="list-style-type: none"> • M-113 	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras	
		Vías Pecuarias: <ul style="list-style-type: none"> • Colada del Arroyo de las Culebras • Colada de la Coja 	Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)	
	Cobeña	Caminos públicos municipales <ul style="list-style-type: none"> • Caminos innominados 		Ayuntamiento de Cobeña
		Cauces <ul style="list-style-type: none"> • Arroyo del Valle 		Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas <ul style="list-style-type: none"> • M-103 		Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Gasoducto		
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión		
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)		Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	San Sebastián de los Reyes	Caminos públicos municipales <ul style="list-style-type: none"> • Caminos innominados 		Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes
		Cauces <ul style="list-style-type: none"> • Río Jarama • Arroyo de Viñuelas • Arroyo de Valdehiguera • Barranco de las Cárcavas • Arroyo del Paredón • Arroyo de la Dehesa • Reguero de la Fuente del Soldado • Arroyos Innominados 		Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras y Autovías <ul style="list-style-type: none"> • A-1 • N-1a 		Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana – D.G. de Carreteras
		Carreteras Autonómicas <ul style="list-style-type: none"> • M-111 • Carretera Convencional 		Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Vías Pecuarias: <ul style="list-style-type: none"> • Colada del Camino de Barajas a Torrelaguna • Colada del Arroyo Viñuelas • Colada del Abrevadero 		Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura.

NUDO FUENCARRAL. AFECCIONES SECTORIALES			
INSTALACIÓN	MUNICIPIO	AFECCIÓN SECTORIAL	ORGANISMO AFECTADO
		• Cordel de la Dehesa al Arroyo Viñuelas	
		Gasoducto	
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Alcobendas	Cauces • Arroyo Innominado	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Ferrocarril • Alcob.- S.S.Reyes- Univ.Cantoblanco	ADIF
		Servidumbres Aeronáuticas (Aeropuerto de Barajas)	Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA)
	Madrid	Cauces • Canal Bajo Isabel II • Arroyo de la Vega • Arroyo de Valdeguilla • Arroyos Innominados	Confederación Hidrográfica del Tajo
		Carreteras Autonómicas • M-616 • Carretera Convencional	Comunidad de Madrid. Consejería de Transportes e Infraestructuras
		Líneas Eléctricas de Alta Tensión	
		Base Militar El Goloso	Ministerio de Defensa

1.4.3 Organismos afectados

Autovías, autopistas y carreteras estatales: Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana.

Carreteras autonómicas: Consejería de Transportes, Movilidad e Infraestructuras. Comunidad de Madrid. Dirección General de Carreteras.

Ferrocarril: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Entidad Pública Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF)

Dominio Público Hidráulico. Confederación Hidrográfica del Tajo. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.

Oleoductos: Compañía logística de Hidrocarburos (CLH).

Redes de abastecimiento de aguas: Canal de Isabel II.

Líneas eléctricas: Iberdrola, Endesa y Red Eléctrica de España, S.A, UFD Distribución Eléctrica, S.A.

Redes de telecomunicaciones: Telefónica de España, S.A.

Vías pecuarias: Dirección General de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Viceconsejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad. Comunidad de Madrid. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad.

Patrimonio: Consejería de Cultura y Turismo. Comunidad de Madrid.

Servidumbres Aeronáuticas: Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA) y Ministerio de Defensa.

Base Militar: Ministerio de Defensa.

Ayuntamiento de Ajalvir (Madrid).

Ayuntamiento de Alcobendas (Madrid).

Ayuntamiento de Aranjuez (Madrid).

Ayuntamiento de Arganda del Rey (Madrid).

Ayuntamiento de Campo Real (Madrid).

Ayuntamiento de Chinchón (Madrid).

Ayuntamiento de Cobeña (Madrid).

Ayuntamiento de Colmenar de Oreja (Madrid).

Ayuntamiento de Loeches (Madrid).

Ayuntamiento de Madrid (Madrid).

Ayuntamiento de Mejorada del Campo (Madrid).

Ayuntamiento de Morata de Tajuña (Madrid).

Ayuntamiento de Paracuellos de Jarama (Madrid).

Ayuntamiento de San Fernando de Henares (Madrid).

Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes (Madrid).

Ayuntamiento de Titulcia (Madrid).

Ayuntamiento de Torres de la Alameda (Madrid).

Ayuntamiento de Valdilecha (Madrid).

1.5 Reglamentos, normas y especificaciones del proyecto

El **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**, cumplirá durante la ejecución de las obras de las instalaciones con las garantías técnicas establecidas en todos los reglamentos, normas y especificaciones de aplicación.

En el ámbito de la Unión Europea se han ido desarrollando mediante la implementación de sucesivas directivas, los criterios de carácter general sobre las acciones en materia de seguridad y salud en lugares de trabajo, así como criterios específicos referidos a medidas de protección contra accidentes y situaciones de riesgo. La transposición al derecho español de la **Directiva 92/57/CEE**, que establece las disposiciones mínimas que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles, es el **Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y será de obligado cumplimiento para todo contratista interviniente en las obras de ejecución. Asimismo, se cumplirá con lo establecido en el **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.

La metodología de trabajo, así como a las medidas de seguridad e higiene y la gestión de residuos se ajustarán por completo a lo estipulado en las ordenanzas del municipio afectado. Asimismo, se acatarán todas aquellas normas y disposiciones particulares los Ayuntamientos de los municipios afectados estipulen.

Las obras deberán estar identificadas de forma adecuada. La información al ciudadano se transmitirá a través de carteles indicadores en los que figure: logotipo, nombre y teléfono de la entidad promotora o titular de la licencia y de la empresa que realiza las obras; naturaleza, permiso, localización y fechas de ejecución; y logotipo y nombre del Ayuntamiento.

1.5.1 [Medidas previas a la ejecución de la obra](#)

En el caso de que las obras afecten al tránsito de vehículos, se deberá informar a la Policía Local con la suficiente antelación.

Se realizará un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de los trabajos, nombrando, en su caso, el Coordinador de Seguridad y Salud a los efectos de cumplimiento del RD 1627/1997, de 24 de octubre.

1.5.2 [Seguridad en la ejecución](#)

Las empresas contratistas quedan obligadas a desarrollar un Plan de Seguridad y Salud, de obligatorio cumplimiento, donde se recojan las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento y las instalaciones preceptivas de salud y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a las empresas implicadas en la ejecución para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de los riesgos laborales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud en su caso, de acuerdo con el **Real Decreto 1627/1997, del 24 de octubre**, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.5.3 [Normas y especificaciones del proyecto](#)

Normas relacionadas en la ITC-LAT-02 del 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

Generales:

UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 60060-1:2012 CORR 2013 Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.

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/AI CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

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 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 600711:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-2:1999 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 60865-1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

UNE-EN 60909-0:2016 (Ratificada) Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes. (Ratificada por AENOR en agosto de 2016.)

UNE-EN 60909-3:2004 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.

Cables y conductores:

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 21144-1-2:1997 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.

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 21144-2-1/21V1:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

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 21144-3-1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.

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: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

UNE 2110031:2001 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 211003-2:2001 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 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 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-1-113 620-5-E-1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5).

UNE-1-113 620-7-E-1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).

UNE-HD 620-9-E:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

Accesorios para cables:

UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

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.

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.

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.

Apoyos y herrajes:

UNE-EN ISO 10684:2006/AC:2009 Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004/Cor 1:2008)

UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. (ISO 1461:2009)

Aparamenta:

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 602821:2007 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente

UNE-EN 62271-100:2011 CORR 2014 Aparata de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2005 Aparata de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

Aisladores:

UNE-EN 62217:2013 Aisladores poliméricos de alta tensión para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

Pararrayos:

UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-5:2013 (Ratificada) Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2013.)

Normas relacionadas en la ITC-RAT-02 del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

Generales:

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 ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60071-1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-1/A1:2010 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

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: Máquinas eléctricas rotativas.

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.

Aisladores y pasatapas:

UNE-EN 60168:1997 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE-EN 60168/A1:1999 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

UNE-EN 60168/A2:2001 Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.

UNE 21110-2:1996 Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE 21110-2 ERRATUM:1997 Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE-EN 60137:2011 Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.

UNE-EN 60507:2014 Ensayos de contaminación artificial de aisladores de cerámica y vidrio para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

Aparamenta:

UNE-EN 62271-1:2019 Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.

UNE-EN 61439-5:2015 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública.

Seccionadores:

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.

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.

Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

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 62271-106:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.

UNE-EN 62271-104:2015 Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV.

UNE-EN 62271-100:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:

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 52 kV.

UNE-EN 62271-201:2015 Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales 52 kV.

UNE-EN 62271-203:2013 Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.

UNE-EN 60529:2018 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).

Transformadores de potencia:

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.

UNE-EN 60076-3:2014 CORR 2014 Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.

UNE-EN 60076-5:2008 Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.

UNE-EN 60076-11:2005 Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.

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 21428-1-1:2011 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. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.

UNE 21428-1-2:2011 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. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.

UNE-EN 50464-2-1:2010 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 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.

UNE-EN 50464-2-2:2010 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 2-2: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

UNE-EN 50464-2-3:2010 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 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.

UNE-EN 50464-3:2010 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 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.

Centros de transformación prefabricados:

UNE-EN 62271-202:2015 Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.

UNE-EN 62271-212:2017 (Versión corregida en fecha 2017-11-15) Aparata de alta tensión. Parte 212: Conjuntos compactos de equipos para centros de transformación (CEADS).

Transformadores de medida y protección:

UNE-EN 61869-2:2013 Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.

UNE-EN 61869-1:2010 Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.

UNE-EN 61869-5:2012 Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.

UNE-EN 61869-3:2012 Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.

UNE-EN 61869-4:2014 (Ratificada) Transformadores de medida. Parte 4: Requisitos adicionales para transformadores combinados. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2014.)

Pararrayos:

UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

Fusibles de alta tensión:

UNE-EN 60282-1:2011 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.

Cables y accesorios de conexión de cables:

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 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE 211002:2017 Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (U_o/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas

UNE 21027-9:2014 Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (U_o/U). Cables con propiedades especiales ante el fuego. Cables unipolares sin cubierta con aislamiento reticulado libre de halógenos y baja emisión de humo. Cables no propagadores del incendio.

UNE 211006:2010 Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

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 18/30 (36 kV).

1.6 Replanteo

Con anterioridad a la redacción del presente Plan Especial de Infraestructuras del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**, se han realizado los pertinentes estudios preliminares sobre las posibles afecciones urbanísticas, ambientales y sectoriales producidas por la implantación de los distintos elementos que conforman la instalación. Del replanteo previo realizado se ha optado por el planteamiento de una red con una longitud mínima, que minimice su afección en suelos urbanizados, protegidos e infraestructuras existentes. A continuación, se incluyen las coordenadas ETRS89 / UTM – H30 de cada uno de los elementos que conforman la instalación. En el caso de las Plantas Solares Fotovoltaicas, representan los vértices del vallado que define el recinto del Parque Fotovoltaico, en las subestaciones los extremos de la instalación y en el caso de las líneas de evacuación los puntos donde se produce un cambio de dirección en el trazado.

1.6.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”

1.6.1.1 Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”. Zona 4

Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
V1_1	453.684	4.437.347	V5_15	450.157	4.436.424	V7_5	452.836	4.437.699
V1_2	453.652	4.437.163	V5_16	450.179	4.436.593	V7_6	453.023	4.437.889
V1_3	454.058	4.437.204	V5_17	450.680	4.436.430	V7_7	452.709	4.438.012
V1_4	454.049	4.437.345	V5_18	450.625	4.436.329	V7_8	452.631	4.437.996
V1_5	453.971	4.437.376	V5_19	450.492	4.436.308	V7_9	452.560	4.437.683
V1_6	453.667	4.437.455	V5_20	450.398	4.436.101	V7_10	452.454	4.437.634
V2_1	453.653	4.436.486	V5_21	450.407	4.436.009	V8_1	452.347	4.436.245
V2_2	453.744	4.436.831	V5_22	450.571	4.435.932	V8_2	452.483	4.436.239
V2_3	453.506	4.436.932	V5_23	450.585	4.436.006	V8_3	452.555	4.436.426
V2_4	453.396	4.436.397	V5_24	450.738	4.435.879	V8_4	452.487	4.436.360
V2_5	453.252	4.436.150	V5_25	451.092	4.436.263	V8_5	452.445	4.436.411
V2_6	453.745	4.436.076	V5_26	451.421	4.436.164	V8_6	452.510	4.436.578
V3_1	452.545	4.437.541	V5_27	451.516	4.435.668	V8_7	452.597	4.436.608
V3_2	452.435	4.437.607	V5_28	451.351	4.435.519	V8_8	452.485	4.436.741
V3_3	452.008	4.437.525	V5_29	451.371	4.435.138	V8_9	452.518	4.436.801
V3_4	451.852	4.437.466	V5_30	451.271	4.435.117	V8_10	452.799	4.436.810
V3_5	451.785	4.437.336	V5_31	450.867	4.435.570	V8_11	453.001	4.436.956
V3_6	452.193	4.437.348	V5_32	450.655	4.435.614	V8_12	453.100	4.436.976
V4_1	450.653	4.436.807	V5_33	450.543	4.435.739	V8_13	452.942	4.436.634
V4_2	450.715	4.437.181	V5_34	450.609	4.435.578	V8_14	453.074	4.436.564

Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
V4_3	450.823	4.437.322	V5_35	450.504	4.435.400	V8_15	453.116	4.436.666
V4_4	450.787	4.437.464	V6_1	450.109	4.434.582	V8_16	453.362	4.436.535
V4_5	450.539	4.437.246	V6_2	450.282	4.434.910	V8_17	453.393	4.436.861
V4_6	450.166	4.437.150	V6_3	450.173	4.434.939	V8_18	453.635	4.437.242
V4_7	450.142	4.436.798	V6_4	450.148	4.435.284	V8_19	453.604	4.437.496
V4_8	450.220	4.436.853	V6_5	449.930	4.435.370	V8_20	453.571	4.437.318
V4_9	450.227	4.437.094	V6_6	450.207	4.435.564	V8_21	453.397	4.437.325
V4_10	450.322	4.437.009	V6_7	450.404	4.435.431	V8_22	453.261	4.437.195
V4_11	450.448	4.437.038	V6_8	449.607	4.436.005	V8_23	452.935	4.437.252
V4_12	450.408	4.436.839	V6_9	449.579	4.435.528	V8_24	452.953	4.437.419
V4_13	450.239	4.436.841	V6_10	449.342	4.435.366	V8_25	452.664	4.437.458
V4_14	450.149	4.436.698	V6_11	449.460	4.434.899	V8_26	452.369	4.437.154
V4_15	450.672	4.436.528	V6_12	449.842	4.435.129	V8_27	451.744	4.437.099
V5_1	450.250	4.435.618	V6_13	450.006	4.435.043	V8_28	451.799	4.436.986
V5_2	449.622	4.436.051	V6_14	449.708	4.434.868	V8_29	451.664	4.436.949
V5_3	449.745	4.436.264	V6_15	449.788	4.434.713	V8_30	451.651	4.437.027
V5_4	450.142	4.436.140	V6_16	449.943	4.434.773	V8_31	451.352	4.436.978
V5_5	450.290	4.435.983	V6_17	449.890	4.434.697	V8_32	450.981	4.437.253
V5_6	450.360	4.436.039	V6_18	449.974	4.434.637	V8_33	451.097	4.436.624
V5_7	450.174	4.436.140	V6_19	449.935	4.434.545	V8_34	450.989	4.436.385
V5_8	450.352	4.436.177	V6_20	449.829	4.434.615	V8_35	451.399	4.436.292
V5_9	450.317	4.436.278	V6_21	449.723	4.434.388	V8_36	451.496	4.436.383
V5_10	450.233	4.436.221	V6_22	450.039	4.434.377	V8_37	451.590	4.436.157
V5_11	450.116	4.436.264	V7_1	452.730	4.437.457	V8_38	451.689	4.436.129
V5_12	450.140	4.436.356	V7_2	452.893	4.437.440	V8_39	452.108	4.436.118
V5_13	450.055	4.436.447	V7_3	452.842	4.437.657	V8_40	452.334	4.436.172
V5_14	450.077	4.436.510	V7_4	452.919	4.437.665			

1.6.1.2 Subestación “Los Pradillos”. Zona 4

Punto	X	Y
V1	452.186	4.436.530
V2	452.243	4.436.546
V3	452.275	4.436.430
V4	452.217	4.436.415

1.6.1.3 Línea E/S SE Los Pradillos 400Kv

Vértice	X	Y
Vértice V00: Inicio de línea	428.703	4.430.465

Vértice V01: Apoyo de Entronque	434.824	4.434.324
---------------------------------	---------	-----------

1.6.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"

1.6.2.1 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1". Término Municipal de Mejorada del Campo

Punto	Isla	X (m)	Y (m)	Punto	Isla	X (m)	Y (m)
V1_1	1	462363	4473983	V2_28	2	461385,573	4472730,9
V1_2	1	462349	4474062	V2_29	2	461357,26	4473382,57
V1_3	1	462303	4474146	V2_30	2	461160,013	4473340,17
V1_4	1	462195	4474205	V2_31	2	460911,72	4473188,42
V1_5	1	462131,341	4474207,5	V2_32	2	460663,553	4472995,82
V1_6	1	462061,51	4474167,72	V2_33	2	460684,613	4472911,6
V1_7	1	461983,094	4474159,87	V2_34	2	460650,733	4472742,11
V1_8	1	461896,016	4474121,21	V2_35	2	460537,676	4472689,86
V1_9	1	461944,416	4473978,53	V2_36	2	460542,325	4472672,92
V1_10	1	461898,192	4473955,35	V2_37	2	460517,877	4472655,42
V1_11	1	461898,317	4473897,33	V2_38	2	460470,348	4472643,66
V1_12	1	461858,258	4473851,03	V2_39	2	460462,967	4472691,39
V1_13	1	461882,812	4473833,53	V2_40	2	460510,988	4472690,61
V1_14	1	461991,824	4473837,15	V2_41	2	460638,234	4472749,06
V1_15	1	461964,582	4473768,02	V2_42	2	460669,941	4472899,06
V1_16	1	461970,143	4473726,93	V2_43	2	460651,159	4472989,12
V1_17	1	462382,341	4473873,86	V2_44	2	460523,503	4472911,28
V2_1	2	460515,664	4472229,9	V2_45	2	460231,121	4472771,1
V2_2	2	460698,52	4472288,75	V2_46	2	460024,703	4472617,49
V2_3	2	460805,971	4472296,38	V2_47	2	460036,619	4472595,65
V2_4	2	461032,285	4472397,8	V2_48	2	459966,98	4472384,55
V2_5	2	461251,006	4472432,25	V2_49	2	459989,334	4472218,33
V2_6	2	461244,458	4472550,79	V2_50	2	460018,625	4472236,22
V2_7	2	461174,402	4472564,59	V2_51	2	460038,251	4472289,16
V2_8	2	460912,273	4472469,77	V2_52	2	460076,174	4472329,52
V2_9	2	460900,454	4472596,77	V2_53	2	460220,12	4472374,56
V2_10	2	460888,78	4472613,12	V2_54	2	460286,643	4472462,85
V2_11	2	460838,718	4472607,01	V2_55	2	460359,721	4472476,28
V2_12	2	460822,237	4472624,77	V2_56	2	460452,927	4472522,95
V2_13	2	460863,237	4472670,77	V2_57	2	460452,929	4472588,69
V2_14	2	460980,04	4472749,32	V2_58	2	460474,772	4472470,62

Punto	Isla	X (m)	Y (m)	Punto	Isla	X (m)	Y (m)
V2_15	2	461103,983	4472789,22	V2_59	2	460429,271	4472470,79
V2_16	2	461179,768	4472761,84	V2_60	2	460427,678	4472485,81
V2_17	2	461185,895	4472726,28	V2_61	2	460300,947	4472455,72
V2_18	2	461133,074	4472684,38	V2_62	2	460273,862	4472437,64
V2_19	2	461123,355	4472651,82	V2_63	2	460237,457	4472369,96
V2_20	2	461131,65	4472633,71	V2_64	2	460073,871	4472311,96
V2_21	2	461171,42	4472646,84	V2_65	2	460028,75	4472228,69
V2_22	2	461254,904	4472608,55	V2_66	2	459891,111	4472106,04
V2_23	2	461264,783	4472436,69	V2_67	2	459945,149	4471942,1
V2_24	2	461365,482	4472450,17	V2_68	2	460117,615	4471985,71
V2_25	2	461516,178	4472546,15	V2_69	2	460238,506	4472043,14
V2_26	2	461576,113	4472627,38	V2_70	2	460463,778	4472060,37
V2_27	2	461646,197	4472666,14	V2_71	2	460461,884	4472202,1

1.6.2.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1". Término Municipal de Valdilecha

Punto	Isla	X (m)	Y (m)	Punto	Isla	X (m)	Y (m)
V1_1	1	473439,61	4458766,85	V8_1	8	472310,829	4458278,38
V1_2	1	473457,124	4458785,87	V8_2	8	472416,748	4458412,92
V1_3	1	473457,231	4458829,51	V8_3	8	472437,154	4458532,57
V1_4	1	473402,12	4458849,21	V8_4	8	472460,312	4458574,01
V1_5	1	473337,701	4458742,3	V8_5	8	472005,214	4458357,31
V1_6	1	473276,406	4458682,89	V8_6	8	471932,194	4458238,5
V1_7	1	473352,149	4458629,36	V8_7	8	471903,375	4458211,36
V1_8	1	473402,997	4458682,75	V8_8	8	471856,292	4458200,94
V1_9	1	473413,763	4458738,22	V8_9	8	471851,208	4458158,39
V2_1	2	473175,002	4458227,47	V8_10	8	471828,78	4458141,85
V2_2	2	473163,549	4458263,55	V8_11	8	471872,409	4458035,57
V2_3	2	473142,469	4458250,53	V8_12	8	471992,505	4458081,07
V2_4	2	473177,828	4458135,16	V8_13	8	471989,194	4458057,91
V2_5	2	473231,57	4458152,07	V8_14	8	472130,397	4458179,7
V3_1	3	471770,809	4458103,66	V8_15	8	472187,461	4458184,31
V3_2	3	471838,135	4458163,47	V8_16	8	472295,043	4458227,55
V3_3	3	471840,727	4458197,29	V9_1	9	472925,531	4458348,31
V3_4	3	471725,649	4458165,69	V9_2	9	472952,529	4458383,54
V3_5	3	471530,61	4458159,4	V9_3	9	472938,822	4458513,11
V3_6	3	471583,582	4457991,91	V9_4	9	473006,001	4458639,22
V3_7	3	471668,711	4458008,83	V9_5	9	473018,464	4458633,74

Punto	Isla	X (m)	Y (m)	Punto	Isla	X (m)	Y (m)
V3_8	3	471723,42	4458042,79	V9_6	9	473004,306	4458593,87
V4_1	4	471439,05	4458417,16	V9_7	9	472951,639	4458508,26
V4_2	4	471400,783	4458612,19	V9_8	9	472962,509	4458398,19
V4_3	4	471402,255	4458785,55	V9_9	9	473015,281	4458436,16
V4_4	4	471156,416	4458689,02	V9_10	9	473096,186	4458553,93
V4_5	4	471117,728	4458628,03	V9_11	9	473323,379	4458746,58
V4_6	4	470974,46	4458148,84	V9_12	9	473485,99	4459017,96
V4_7	4	470939,793	4458096,45	V9_13	9	473374,385	4459044,29
V4_8	4	470866,459	4458044,44	V9_14	9	473385,302	4459063,52
V4_9	4	471053,463	4457996,99	V9_15	9	473365,678	4459109,83
V4_10	4	471195,489	4457941,09	V9_16	9	473375,731	4459143,31
V4_11	4	471386,46	4457826,04	V9_17	9	473355,483	4459185,52
V4_12	4	471513,9	4457952,03	V9_18	9	473327,199	4459186,47
V4_13	4	471572,589	4457982,63	V9_19	9	473284,203	4459221,49
V4_14	4	471492,024	4458240,53	V9_20	9	473280,957	4459241,97
V4_15	4	471224,8	4458138,16	V9_21	9	473207,885	4459293,87
V4_16	4	471208,081	4458133,01	V9_22	9	473170,626	4459227,43
V4_17	4	471204,292	4458146,49	V9_23	9	473054,751	4459092,96
V4_18	4	471487,275	4458254,07	V9_24	9	472971,309	4459030,58
V5_1	5	470984,027	4458378,97	V9_25	9	473004,618	4458986,37
V5_2	5	471048,819	4458587,2	V9_26	9	473059,113	4458992,51
V5_3	5	470943,892	4458586,14	V9_27	9	473148,248	4458927,65
V5_4	5	470894,827	4458544,56	V9_28	9	473140,999	4458916,58
V5_5	5	470823,582	4458520,76	V9_29	9	473050,889	4458981,96
V5_6	5	470502,035	4458287,2	V9_30	9	473011,594	4458967,87
V5_7	5	470664,441	4458133,3	V9_31	9	472960,887	4459022,13
V5_8	5	470815,533	4458064,66	V9_32	9	472950,12	4459013,42
V5_9	5	470919,279	4458160,2	V9_33	9	472803,369	4458827,82
V6_1	6	473113,704	4458290,45	V9_34	9	472710,358	4458763,52
V6_2	6	473078,439	4458502,89	V9_35	9	472595,667	4458634,8
V6_3	6	472943,086	4458345,29	V9_36	9	472481,511	4458583
V6_4	6	472974,24	4458256,44	V9_37	9	472450,556	4458531,34
V6_5	6	472994,537	4458099,35	V9_38	9	472428,612	4458406,98
V6_6	6	472978,248	4457966,85	V9_39	9	472320,231	4458268,74
V6_7	6	473021,786	4457981,48	V9_40	9	472305,85	4458219,45
V6_8	6	473041,813	4458073,66	V9_41	9	472191,422	4458171,66
V6_9	6	473115,617	4458151,47	V9_42	9	472137,064	4458168,17
V6_10	6	473153,233	4458163,81	V9_43	9	471983,851	4458030,4

Punto	Isla	X (m)	Y (m)	Punto	Isla	X (m)	Y (m)
V7_1	7	472537,322	4458621,32	V9_44	9	471962,651	4458001,01
V7_2	7	472586,835	4458644,64	V9_45	9	471974,605	4457969,02
V7_3	7	472701,411	4458773,27	V9_46	9	472065,167	4458019,42
V7_4	7	472780,281	4458824,17	V9_47	9	472165,573	4458024,78
V7_5	7	472823,853	4458876,68	V9_48	9	472284,746	4457981,58
V7_6	7	472683,023	4458939,61	V9_49	9	472220,492	4457874,65
V7_7	7	472705,382	4458910,57	V9_50	9	472306,408	4457879,01
V7_8	7	472708,275	4458852,9	V9_51	9	472367,17	4457838,43
V7_9	7	472574,284	4458830,33	V9_52	9	472492,724	4457814,79
V7_10	7	472561,632	4458855,9	V9_53	9	472560,728	4457995,81
V7_11	7	472502,574	4458889,58	V9_54	9	472779,993	4458114,13
V7_12	7	472474,512	4458879,24	V9_55	9	472866,445	4458280,83
V7_13	7	472487,155	4459047	V10_1	10	472952,743	4457951,82
V7_14	7	472453,71	4459089,63	V10_2	10	472979,075	4458099,77
V7_15	7	472470,436	4459115,1	V10_3	10	472958,731	4458255,29
V7_16	7	472448,814	4459097,45	V10_4	10	472928,502	4458334,88
V7_17	7	472440,699	4459105,88	V10_5	10	472876,71	4458274,49
V7_18	7	472461,596	4459135,59	V10_6	10	472809,686	4458129,66
V7_19	7	472401,9	4459147,37	V10_7	10	472732,886	4458072,27
V7_20	7	472337,019	4459024,8	V10_8	10	472694,527	4457984,87
V7_21	7	472285,906	4459007,2	V10_9	10	472724,221	4458067,66
V7_22	7	471909,296	4458695,24	V10_10	10	472573,102	4457991,93
V7_23	7	471813,941	4458576,16	V10_11	10	472520,577	4457845,15
V7_24	7	471762,186	4458558,26	V10_12	10	472642,341	4457768,72
V7_25	7	471723,655	4458485,97	V10_13	10	472668,358	4457785,01
V7_26	7	471641,252	4458402,55	V10_14	10	472670,215	4457722,37
V7_27	7	471487,625	4458303,36	V10_15	10	472723,586	4457634,3
V7_28	7	471527,159	4458172,41	V10_16	10	472754,377	4457685,81
V7_29	7	471741,353	4458181,44	V10_17	10	472813,063	4457707,27
V7_30	7	471894,739	4458222,43	V10_18	10	472839,593	4457657,43
V7_31	7	472003,953	4458373,16	V10_19	10	472860,441	4457690,96
V7_32	7	472281,473	4458513,71	V10_20	10	472931,552	4457677,09
V7_33	7	472331,602	4458520,42	V10_21	10	472965,787	4457901,1
V7_34	7	472402,278	4458566,62				

1.6.2.3 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2". Término Municipal de Mejorada del Campo

Nombre	X (m)	Y (m)	Isla	Nombre	X (m)	Y (m)	Isla
V1_1	460561	4471403	Isla 1	V3_11	460613	4471252	Isla 3
V1_2	460343	4471096	Isla 1	V3_12	460682	4471348	Isla 3
V1_3	460052	4471234	Isla 1	V3_13	460750	4471297	Isla 3
V1_4	459991	4471272	Isla 1	V3_14	460699	4471371	Isla 3
V1_5	459976	4471742	Isla 1	V3_15	460862	4471595	Isla 3
V1_6	460302	4471500	Isla 1	V3_16	461183	4471896	Isla 3
V1_7	460550	4471582	Isla 1	V3_17	461614	4471883	Isla 3
V1_8	460602	4471503	Isla 1	V3_18	461436	4471747	Isla 3
V2_1	460936	4471867	Isla 2	V3_19	461341	4471815	Isla 3
V2_2	460621	4471487	Isla 2	V4_1	461579	4472095	Isla 4
V2_3	460554	4471599	Isla 2	V4_2	461630	4471896	Isla 4
V2_4	460316	4471512	Isla 2	V4_3	461200	4471907	Isla 4
V2_5	460224	4471559	Isla 2	V4_4	461553	4472111	Isla 4
V2_6	459975	4471757	Isla 2	V4_5	461640	4472114	Isla 4
V2_7	459949	4471930	Isla 2	V5_1	462151	4472587	Isla 5
V2_8	460117	4471972	Isla 2	V5_2	461889	4472363	Isla 5
V2_9	460159	4471841	Isla 2	V5_3	461374	4472196	Isla 5
V2_10	460248	4471933	Isla 2	V5_4	460994	4471915	Isla 5
V2_11	460237	4472030	Isla 2	V5_5	460481	4472065	Isla 5
V2_12	460518	4472057	Isla 2	V5_6	460477	4472201	Isla 5
V2_13	460755	4471949	Isla 2	V5_7	460810	4472284	Isla 5
V2_14	460980	4471903	Isla 2	V5_8	461035	4472385	Isla 5
V3_1	461096	4471659	Isla 3	V5_9	461371	4472438	Isla 5
V3_2	461035	4471531	Isla 3	V5_10	461662	4472657	Isla 5
V3_3	460890	4471513	Isla 3	V5_11	461836	4472637	Isla 5
V3_4	460891	4471449	Isla 3	V5_12	462022	4472553	Isla 5
V3_5	460854	4471521	Isla 3	V5_13	462046	4473088	Isla 5
V3_6	460762	4471444	Isla 3	V5_14	462367	4473136	Isla 5
V3_7	460838	4471260	Isla 3	V5_15	462393	4472912	Isla 5
V3_8	460787	4471221	Isla 3	V5_16	462302	4472967	Isla 5
V3_9	460755	4471290	Isla 3	V5_17	462265	4472814	Isla 5
V3_10	460682	4471223	Isla 3	V5_18	462330	4472774	Isla 5

1.6.2.4 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2". Término Municipal de Valdilecha

Nombre	X (m)	Y (m)	Isla	Nombre	X (m)	Y (m)	Isla
V1_1	472172	4458928	Isla 1	V3_5	470703	4458670	Isla 3

Nombre	X (m)	Y (m)	Isla	Nombre	X (m)	Y (m)	Isla
V1_2	472334	4459042	Isla 1	V3_6	470816	4458533	Isla 3
V1_3	472463	4459300	Isla 1	V3_7	470939	4458600	Isla 3
V1_4	472357	4459241	Isla 1	V3_8	471053	4458602	Isla 3
V1_5	472102	4459211	Isla 1	V3_9	471094	4458705	Isla 3
V1_6	471955	4459152	Isla 1	V3_10	471175	4458763	Isla 3
V1_7	471416	4458794	Isla 1	V3_11	471123	4458809	Isla 3
V1_8	471415	4458614	Isla 1	V3_12	470912	4458855	Isla 3
V1_9	471482	4458317	Isla 1	V3_13	470884	4458922	Isla 3
V1_10	471632	4458413	Isla 1	V3_14	470920	4458866	Isla 3
V1_11	471754	4458570	Isla 1	V3_15	471128	4458821	Isla 3
V1_12	471805	4458587	Isla 1	V3_16	471194	4458771	Isla 3
V1_13	471896	4458701	Isla 1	V3_17	471394	4458844	Isla 3
V2_1	472522	4459366	Isla 2	V3_18	471285	4459359	Isla 3
V2_2	472599	4459667	Isla 2	V3_19	470811	4459171	Isla 3
V2_3	472075	4459704	Isla 2	V3_20	470792	4459105	Isla 3
V2_4	471726	4459658	Isla 2	V3_21	470720	4459098	Isla 3
V2_5	471683	4459563	Isla 2	V3_22	470676	4458947	Isla 3
V2_6	471575	4459534	Isla 2	V3_23	470699	4458876	Isla 3
V2_7	471297	4459367	Isla 2	V3_24	470628	4458889	Isla 3
V2_8	471407	4458852	Isla 2	V3_25	470481	4458466	Isla 3
V2_9	471462	4458889	Isla 2	V4_1	471267	4459443	Isla 4
V2_10	471460	4458940	Isla 2	V4_2	471236	4459591	Isla 4
V2_11	471505	4458942	Isla 2	V4_3	470943	4459552	Isla 4
V2_12	471506	4458917	Isla 2	V4_4	470816	4459187	Isla 4
V2_13	471931	4459201	Isla 2	V4_5	471232	4459346	Isla 4
V2_14	472091	4459265	Isla 2	V4_6	471281	4459374	Isla 4
V2_15	472340	4459293	Isla 2	V5_1	471539	4459524	Isla 5
V3_1	470349	4458377	Isla 3	V5_2	471675	4459574	Isla 5
V3_2	470492	4458299	Isla 3	V5_3	471712	4459656	Isla 5
V3_3	470773	4458497	Isla 3	V5_4	471250	4459593	Isla 5
V3_4	470804	4458525	Isla 3	V5_5	471294	4459380	Isla 5

1.6.2.5 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3"

Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
V1_1	466119	4476684	V5_6	467032	4476915	V7_13	467660	4476292
V1_2	465923	4476746	V5_7	466480	4476776	V7_14	467961	4475863
V1_3	465857	4476713	V5_8	466737	4476591	V7_15	468062	4475806
V1_4	465928	4476700	V5_9	466780	4476230	V7_16	468176	4476064

Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
V1_5	465958	4476555	V5_10	466938	4476164	V7_17	468299	4475976
V1_6	466162	4476650	V5_11	467103	4475955	V8_1	467461	4475982
V2_1	466555	4477041	V6_1	467913	4475890	V8_2	467310	4476470
V2_2	466342	4476976	V6_2	467724	4476203	V8_3	467180	4476734
V2_3	466137	4476747	V6_3	467368	4476541	V8_4	467156	4475553
V2_4	466204	4476700	V6_4	467175	4476851	V8_5	467322	4475698
V2_5	466676	4476885	V6_5	467698	4475312	V8_6	467347	4475583
V3_1	467217	4477099	V6_6	467792	4475314	V8_7	467157	4475534
V3_2	466958	4477366	V6_7	467879	4475487	V8_8	467166	4475442
V3_3	466889	4477225	V6_8	467793	4475664	V8_9	467385	4475273
V3_4	466578	4477096	V7_1	468343	4476017	V8_10	467348	4475225
V3_5	466734	4476899	V7_2	468358	4476375	V8_11	467680	4475311
V3_6	467371	4476932	V7_3	468132	4476569	V9_1	465999	4476552
V4_1	467363	4477101	V7_4	467631	4476920	V9_2	466014	4476404
V4_2	467133	4477230	V7_5	467178	4476903	V9_3	466210	4476132
V4_3	467380	4476949	V7_6	467349	4476642	V9_4	467146	4475281
V4_4	467603	4476939	V7_7	467653	4476606	V9_5	467103	4475922
V5_1	467149	4476626	V7_8	467589	4476472	V9_6	466931	4476143
V5_2	467159	4476833	V7_9	467532	4476542	V9_7	466755	4476232
V5_3	466980	4476774	V7_10	467392	4476584	V9_8	466718	4476583
V5_4	466919	4476539	V7_11	467648	4476306	V9_9	466461	4476767
V5_5	466727	4476623	V7_12	467934	4476528			

1.6.2.6 Subestación "Envatios XXIV"

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
V1	460143	4472123
V2	460292	4472156
V3	460309	4472076
V4	460203	4472053
V5	460196	4472083
V6	460153	4472074

1.6.2.7 Subestación Valdilecha

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
V1	470579	4458721
V2	470599	4458761
V3	470647	4458738
V4	470627	4458698

1.6.2.8 Subestación "Envatios XXIV-Fase 3"

Vértice	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
V1	466890	4475624
V2	466927	4475664
V3	466949	4475638
V4	466912	4475601

1.6.2.9 Línea 132kV SE Valdilecha - SE Envatios XXI"

VÉRTICE	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
Vértice V00: Inicio de línea	470589,047	4458741,19
Vértice V01	470543,456	4458763,19
Vértice V02	469212,047	4458955,6
Vértice V03	468702,018	4459009,13
Vértice V04	468083,041	4458877,57
Vértice V05	467747,848	4458577,07
Vértice V06	466037,822	4458599,64
Vértice V07	465855,74	4458654,05
Vértice V08	465663,892	4459323,23
Vértice V09	465016,024	4459695,3
Vértice V10	464759,091	4460500,1
Vértice V11	464480,583	4461162,98
Vértice V12	463506,116	4462382,81
Vértice V13	463638,666	4462886,85
Vértice V14	463558,002	4463214,53
Vértice V15	463308,921	4463636,88
Vértice V16	463059,483	4464429,21
Vértice V17	462893,876	4465201,9
Vértice V18	462745,36	4465894,78
Vértice V19	461663,315	4469217,08
Vértice V20	460841,266	4470672,16
Vértice V21	460601,352	4471098,67
Vértice V22	460461,968	4471295,24
Vértice V23	460140,619	4471823,13
Vértice V24	460266,531	4472024,24
Vértice V25: Fin de línea	460254,272	4472079,81

1.6.2.10 Línea 132kV SE Envatios XXIV Fase III – SE Envatios XXIV”.

VÉRTICE	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
Vértice V00: Inicio de línea	466905	4475618

VÉRTICE	Coordenada X _{UTM}	Coordenada Y _{UTM}
Vértice V01	466888	4475601
Vértice V02	466746	4475524
Vértice V03	465850	4474983
Vértice V04	464375	4475097
Vértice V05	463784	4475068
Vértice V06	463147	4474952
Vértice V07	462830	4474686
Vértice V08	462968	4474094
Vértice V09	462919	4473099
Vértice V10	462835	4472750
Vértice V11	462713	4472591
Vértice V12	462512	4472603
Vértice V13	462405	4472505
Vértice V14	461933	4472380
Vértice V15	461616	4472287
Vértice V16	461349	4472175
Vértice V17	460909	4471893
Vértice V18	460305	4472139
Vértice V19: Fin de línea	460281	4472134

1.6.2.11 Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA MEJORADA DEL CAMPO – SET ENVATIOS XXIV”

Nombre	X (m)	Y (m)
Inicio Tramo 1	460484,75	4472092,91
Fin Tramo 1	460431,42	4472114,7

1.6.2.12 Línea de media tensión subterránea 30 kV “ENVATIOS XXIV FASE I ZONA VALDILECHA – SET”

Nombre	X (m)	Y (m)
Coordenadas Tramo 1: Línea de media tensión subterránea 30 kV (1 Circuitos)		
Inicio Tramo 1	460484,75	4472092,91
Fin Tramo 1	460431,42	4472114,7
Coordenadas Tramo 2: Línea de media tensión subterránea 30 kV (1 Circuitos)		
Inicio Tramo 3	460409,47	4472043,49
T3_V01	460409,44	4472060,89
Fin Tramo 3	460431,42	4472114,7
Coordenadas Tramo 3: Línea de media tensión subterránea 30 kV (2 Circuitos)		
Inicio Tramo 3	460431,42	4472114,7
T3_V01	460333,94	4472154,52
Fin Tramo 3 - SET	460282,26	4472146,13

Nombre	X (m)	Y (m)
Coordenadas Tramo En Bandeja: Línea de media tensión en bandeja 30 kV (1 Circuitos)		
Inicio Tramo En Bandeja	460703,63	4471377,09
Tramo Bandeja_V01	460671,24	4471380,26
Tramo Bandeja_V02	460591,06	4471438,32
Fin Tramo En Bandeja	460577,91	4471445,67

1.6.2.13 Línea de media tensión subterránea 30 kV

Punto	X (m)	Y (m)
1	461971,23	4473730,02
2	461966,46	4473720,41
3	461886,96	4473692,57
4	461862,23	4473684,14
5	461801,22	4473665,05
6	461796,58	4473662,69
7	461647,51	4473659
8	461577,84	4473634,36
9	461511,73	4473618,78
10	461446,79	4473596,4
11	461448,05	4473592,91
12	461453,93	4473581,06
13	461458,22	4473575,38
14	461461,94	4473564,07
15	461463,83	4473554,95
16	461470,88	4473520,62
17	461470,64	4473503,02
18	461462,44	4473441,08
19	461460,22	4473397,26
20	461404,68	4473401,75
21	461354,55	4473401,84
22	461355,24	4473382,49

1.6.3 Línea de Evacuación Promotores Fuencarral

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
1	434.876	4.434.293	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	INICIO DOBLE CIRCUITO
2	434.945	4.434.276	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
3	435.016	4.434.376	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
4	435.316	4.436.921	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	ESQUIVIAS	
5	435.749	4.437.118	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	ENTRADA/SALIDA
						SE ENVATIOS XXII FASE II
6	437.221	4.437.104	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
7	437.826	4.437.097	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
8	438.517	4.436.445	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
9	438.945	4.436.524	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
10	439.577	4.437.179	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
11	440.103	4.437.230	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	
12	440.659	4.437.169	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
13	441.059	4.436.855	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
14	442.745	4.437.784	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
15	442.987	4.437.891	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
16	443.279	4.437.978	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
17	443.347	4.438.408	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
18	443.583	4.438.618	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
19	444.821	4.438.646	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
20	445.123	4.438.557	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
21	446.211	4.438.172	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
22	447.745	4.437.435	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
23	448.124	4.437.697	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	
24	448.777	4.437.504	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARANJUEZ	
25	449.848	4.437.777	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARANJUEZ	
26	451.626	4.438.718	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	COLMENAR DE OREJA	ENTRADA/SALIDA
						SE LOS PRADILLOS 400KV
27	451.963	4.440.752	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
28	452.290	4.441.340	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
29	452.594	4.441.966	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
30	452.911	4.443.029	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
31	453.838	4.443.930	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
32	454.034	4.444.623	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
33	453.760	4.445.079	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
34	453.662	4.445.655	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
35	453.874	4.446.454	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
36	454.990	4.447.673	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
37	457.267	4.451.718	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
38	457.773	4.451.938	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHINCHÓN	
39	458.498	4.453.366	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MORATA DE TAJUÑA	
40	462.424	4.455.754	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MORATA DE TAJUÑA	
41	464.070	4.456.317	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
42	464.802	4.457.338	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
43	464.756	4.457.535	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
44	465.175	4.458.328	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
45	464.986	4.458.738	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
46	464.773	4.458.994	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
47	464.713	4.460.481	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
48	464.440	4.461.133	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
49	463.398	4.462.096	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
50	463.431	4.462.961	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
51	463.515	4.463.189	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CAMPO REAL	
52	463.263	4.463.616	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
53	463.011	4.464.416	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
54	462.697	4.465.884	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	
55	461.616	4.469.201	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	LOECHES	
56	460.799	4.470.646	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	LOECHES	
57	459.973	4.472.002	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	ENTRADA/SALIDA
						SE ENVATIOS XXIV
58	459.674	4.472.374	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO
59	459.352	4.472.931	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	PASO SUBTERRÁNEO-AÉREO
60	459.080	4.473.241	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	
61	458.823	4.473.510	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	
62	457.634	4.474.092	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
63	457.436	4.475.132	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
64	456.698	4.475.884	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
65	456.527	4.476.326	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
66	456.157	4.477.338	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
67	456.046	4.477.628	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
68	455.984	4.477.798	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	
69	455.861	4.477.983	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO
70	457.502	4.480.230	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	PASO SUBTERRÁNEO-AÉREO
71	457.693	4.480.587	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	
72	457.802	4.481.627	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	
73	458.081	4.481.742	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
74	458.201	4.483.237	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	
75	458.245	4.483.968	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	
76	458.420	4.484.799	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	AJALVIR	
77	456.902	4.487.471	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	AJALVIR	
78	456.659	4.488.502	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	COBEÑA	
79	456.182	4.489.384	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	COBEÑA	
80	454.898	4.489.629	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	COBEÑA	
81	453.428	4.490.990	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	
82	452.525	4.491.088	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DE JARAMA	
83	451.970	4.491.000	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
84	451.544	4.491.246	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
85	450.658	4.491.237	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
86	450.405	4.491.347	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
87	449.654	4.491.461	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
88	449.430	4.491.679	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
89	449.279	4.492.003	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
90	448.942	4.492.117	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
91	448.008	4.492.239	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
92	447.426	4.491.745	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
93	446.898	4.491.140	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
94	446.848	4.490.962	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
95	446.574	4.490.827	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
96	446.341	4.490.817	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
97	446.043	4.490.565	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
98	445.587	4.490.441	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
99	444.798	4.490.386	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
100	444.525	4.490.140	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	S.S. DE LOS REYES	
101	443.920	4.489.867	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ALCOBENDAS	
102	443.295	4.489.457	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ALCOBENDAS	
103	442.750	4.489.439	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ALCOBENDAS	
104	442.467	4.489.477	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ALCOBENDAS	
105	442.175	4.489.390	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
106	442.025	4.489.366	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
107	441.954	4.489.196	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
108	442.123	4.488.764	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
109	442.442	4.488.598	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
110	442.549	4.488.266	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
111	442.886	4.487.630	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
112	443.052	4.487.449	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
113	442.858	4.487.098	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
114	442.786	4.486.681	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
115	442.870	4.486.015	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	
116	442.961	4.485.734	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	PASO AÉREO-SUBTERRÁNEO
117	434.876	4.434.293	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	SALIDA
						SE COLECTORA PRADILLOS
118	434.965	4.434.267	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	SALIDA

Vért.	Coordenadas vértice alineamiento		CCAA	Provincia	Municipio	Observación
	X (m)	Y (m)				
						SE BOROX SUR
119	437.344	4.437.520	CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	ENTRADA/SALIDA
						SE ENVATIOS XXII FASE II
120	460.166	4.472.101	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	ENTRADA/SALIDA
						SE ENVATIOS XXIV
121	443.172	4.485.413	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	ENTRADA
						SE FUENCARRAL 400 KV
122	443.089	4.485.594	COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	ENTRADA
						SE FUENCARRAL 220 KV

1.7 Construcción y montaje

1.7.1 Planta fotovoltaica

1. Obra civil

- 1.1. Replanteo del perímetro y de los elementos principales de la instalación.
- 1.2. Limpieza del terreno y movimientos de tierra para preparación de superficies, desmontes, accesos y terraplenes (en su caso).
- 1.3. Excavaciones para la cimentación, drenajes, red de tierras y canalizaciones subterráneas.
- 1.4. Explanación de los viales interiores.
- 1.5. Cimentación de las construcciones e instalaciones.
- 1.6. Acabado y acondicionamiento superficial parque fotovoltaico.

2. Montaje de elementos constructivos principales

- 2.1. Construcción del vallado perimetral.
- 2.2. Montaje de edificaciones e instalaciones: estaciones meteorológicas, edificio O&M / almacén y las instalaciones de trabajo temporal.
- 2.3. Construcción de los viales interiores.
- 2.4. Acabado superficial parque fotovoltaico.

2. Montaje de los soportes

- 2.1. Puesta a tierra de los soportes.
- 2.2. Acopio y armado de soportes. El armado completo podrá realizarse en el suelo.
- 2.3. Colocación y fijación al terreno de los soportes sobre la fundación, previamente a la colocación de los paneles.

3. Montaje de la instalación fotovoltaica

- 3.1. Tendido de cableado eléctrico instalaciones de BT.
- 3.2. Instalación de los inversores fotovoltaicos y las cabinas de transformación.
- 3.3. Tendido de cableado MT y puesta de tierra de tierra.
- 3.4. Colocación de los paneles fotovoltaicos
- 3.5. Conexión de los elementos de la instalación fotovoltaica

4. Revisión técnica de la línea y comprobaciones de funcionamiento

1.7.2 Subestación eléctrica

1. Obra civil

- 1.1. Replanteo de elementos y vértices principales de la instalación
- 1.2. Limpieza del terreno y movimientos de tierra para preparación de superficies, desmontes, accesos y terraplenes (en su caso).
- 1.3. Excavaciones para la cimentación, drenajes, red de tierras y canalizaciones subterráneas.
- 1.4. Cimentación de transformadores, interruptores, seccionadores, pararrayos y edificio prefabricado (Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares).

1.5. Ejecución de drenajes, red de tierras y canalizaciones subterráneas.

1.6. Acabado superficial parque, urbanización y cerramiento perimetral.

2. Montaje de elementos y equipos principales

2.1. Montaje de edificio prefabricado (Sala de Control, Sala de Media Tensión y Sala de Servicios Auxiliares).

2.2. Montaje de estructuras metálicas y soportes.

2.3. Montaje de transformadores, interruptores, seccionadores y pararrayos.

2.4. Montaje electromecánico de equipos.

2.5. Instalación de sistema de comunicaciones, servicios auxiliares, grupo electrógeno, sistema de medida fiscal y red de puesta a tierra.

2.6. Instalación, cableado y conexión de equipos y equipamiento de seguridad.

3. Ensayos y verificaciones

3.1. Realizar todos los ensayos y verificaciones que exige la normativa para una subestación.

1.7.3 Líneas Aéreas de Alta Tensión

1. Obra civil

1.1. Replanteo de apoyos, identificando los vértices o puntos singulares que definan el trazado de la línea y de los apoyos.

1.2. Definición de accesos a apoyos.

1.3. Explanaciones, nivelando los terrenos en la base de los apoyos y dando salida a la esorrentía.

1.4. Excavaciones para la cimentación.

1.5. Cimentación de los apoyos, que puede ser hormigonando, mediante anclaje (en su caso) de los apoyos con plantilla, con bases empotradas, cimentaciones armadas, en roca con pernos, con pantallas, encepados o pilotes.

1.6. Control de calidad, revisando las tolerancias máximas admisibles y las características de los materiales empleados.

2. Montaje de los apoyos

2.1. Puesta a tierra del apoyo.

2.2. Acopio y armado de apoyos. El armado completo de la torre podrá realizarse en el suelo para su posterior izado o por partes, para su posterior colocación.

2.3. Izado de las torres, colocando la torre en su posición definitiva sobre la fundación, previamente al tendido de conductores.

3. Tendido de conductores y cable de tierra

3.1. Acopios de materiales.

3.2. Armado y montaje de cadenas, herrajes, aisladores y demás accesorios, para verificar el perfecto acople y conexión de todas las piezas con las tolerancias prescritas.

3.3. Acopio de cadenas armadas y con sus aisladores en campo, embaladas para evitar que se ensucien o se dañen.

3.4. Acopio de herrajes y bobinas, evitando daños o suciedad en los elementos.

3.5. Preparación de herramientas de tendido: cabestrantes, máquinas de frenado y poleas del conductor y cables de tierra, máquinas de empalmar, mordazas, dinamómetros, giratorios, contrapesos para cable OPGW, ...

3.6. Protección de los cruzamientos de la línea con carreteras, ferrocarril, líneas telefónicas y eléctricas, caminos, ...

3.7. Tendido de conductor y cable de tierra, manualmente o con medios mecánicos. Tensado, regulado y engrapado de conductor y cable de tierra, contemplando la tala de los elementos arbóreos que se ubiquen dentro de la afección de la línea.

4. Revisión técnica de la línea y comprobaciones de funcionamiento

1.7.4 Línea Subterránea de Alta Tensión

1. Obra civil

1.1. Replanteo de elementos y vértices principales de la instalación.

1.2. Limpieza del terreno y movimientos de tierra.

1.3. Excavaciones para la zanja donde se situará la línea.

1.4. Hormigonado de limpieza de la base de la zanja, para colocación de separador de 3 tubos de conexión eléctrica y de telecomunicaciones.

2. Montaje de elementos y equipos principales

2.1. Colocación de cableado eléctrico y de telecomunicaciones, conexión a tierra de la línea e instalación de otros elementos de la línea.

2.2. Hormigonado de la zona de la zanja donde se ubican las canalizaciones, relleno y compactado de la zona superior con colocación de cintas de señalización y reposición del firme existente.

3. Ensayos y verificaciones

3.1. Realizar todos los ensayos finales, incluyendo ensayo de la cubierta exterior del cable, ensayos de tensión con fuente resonante y medida de descargas parciales en terminales y empalmes.

1.8 Régimen de explotación y prestación del servicio

Las instalaciones serán explotadas por **Envatios Promoción XIX, S.L., Envatios Promoción XXII, S. L. y Envatios Promoción XXIV, S.L.**, que venderán la energía eléctrica producida durante un periodo de explotación comercial de al menos 40 años.

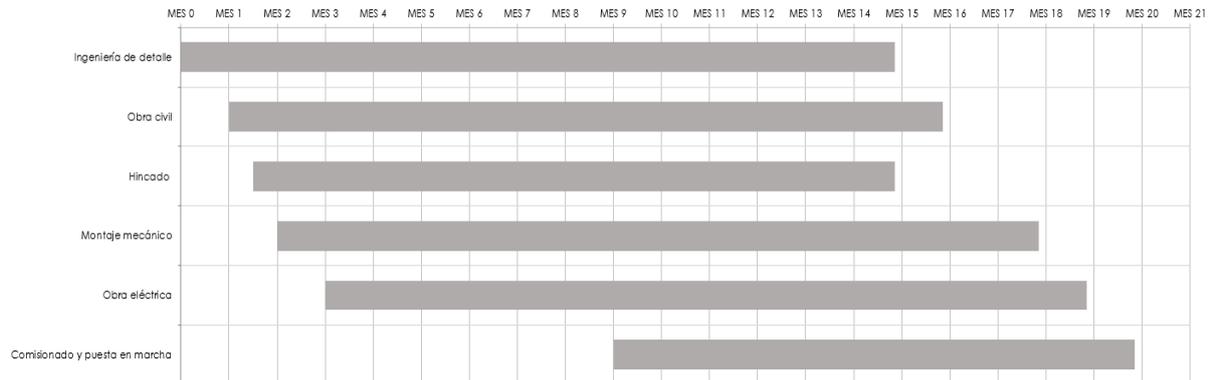
2. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y ESTUDIO ECONÓMICO FINANCIERO

2.1 Plazos de ejecución

A continuación, se adjuntan los cronogramas estimados de la duración de los trabajos, según cada instalación que conforma el Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral reflejando las partidas principales que intervienen en la ejecución de la obras.

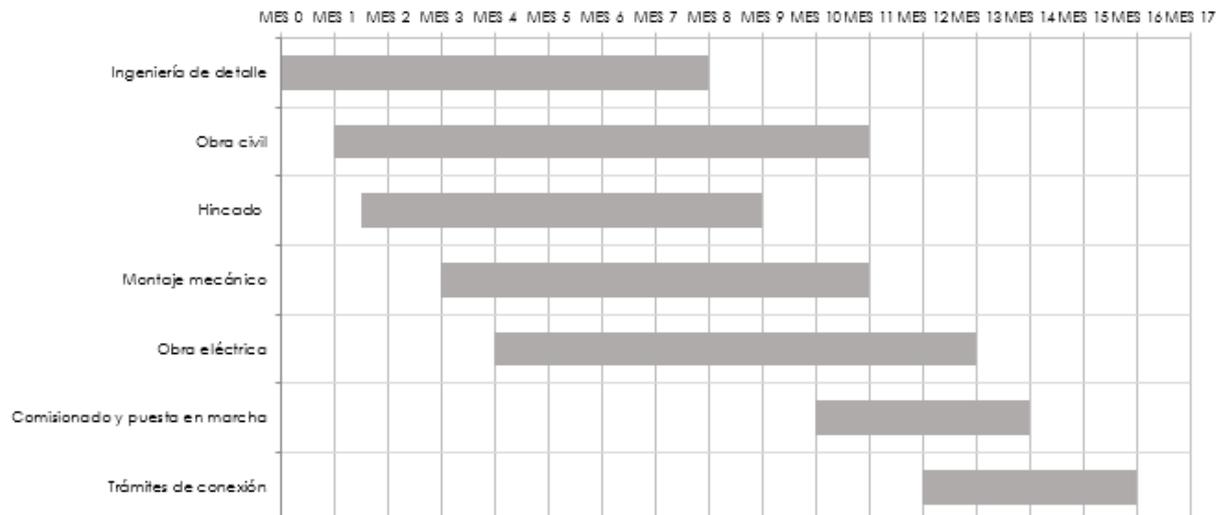
2.1.1 Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos"

PLANTA FOTOVOLTAICA PRADILLOS : 389.984 MWp / 300 MWn



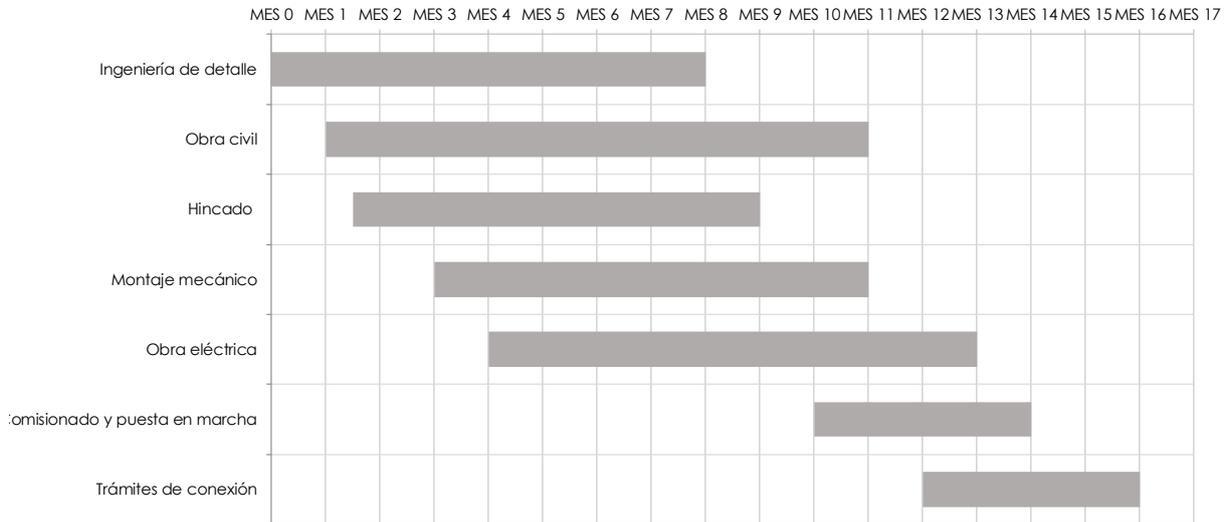
2.1.2 Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1"

PLANTA FOTOVOLTAICA ENVATIOS XXIV - FASE I : 91 MWp / 70 MWn



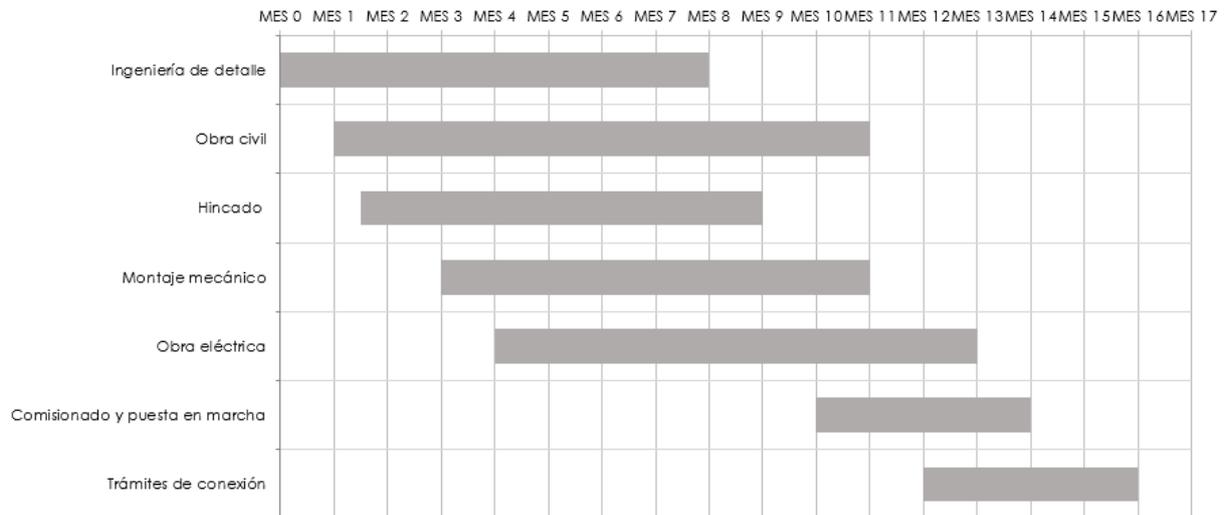
2.1.3 [Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2".](#)

PLANTA FOTOVOLTAICA ENVATIOS XXIV - FASE II : 91 MWp / 70 MWn



2.1.4 [Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3".](#)

PLANTA FOTOVOLTAICA ENVATIOS XXIV - FASE III : 77.952 MWp / 60 MWn



2.1.5 Subestación "Envatios XXIV"

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN ENVATIOS XXIV FASE III	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14
SUBESTACIÓN ENVATIOS XXIV FASE III														
Ingeniería														
Obra Civil														
Montaje Estructuras														
Montaje Aparamenta														
Edificio de Control														
LÍNEA 132KV SE ENVATIOS XXIV FASE III - SE ENVATIOS XXIV														
Ingeniería														
Replanteo de apoyos y accesos														
Obra Civil														
Montaje de estructuras														
Tendido de conductores														
Señalización														
ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA														
CONEXIÓN A RED Y FIN DE OBRA														

2.1.6 Infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV". Fase II

Estas infraestructuras incluyen las instalaciones de la Subestación Valdilecha y la Línea de 132 kV SE Valdilecha – SE Envatios XXIV.

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN ENVATIOS XXIV FASE II	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16
SUBESTACIÓN VALDILECHA																
Ingeniería																
Obra Civil																
Montaje Estructuras																
Montaje Aparamenta																
Edificio de Control																
LÍNEA 132KV SE VALDILECHA - SE ENVATIOS XXIV																
Ingeniería																
Replanteo de apoyos y accesos																
Obra Civil																
Montaje de estructuras																
Tendido de conductores																
Señalización																
ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA																
CONEXIÓN A RED Y FIN DE OBRA																

2.1.7 Infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV". Fase III

Estas infraestructuras incluyen las instalaciones de la Subestación Envatios XXIV-Fase III y la Línea de 132 kV SE Envatios XXIV-Fase III – SE Envatios XXIV.

INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN ENVATIOS XXIV FASE III	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14
SUBESTACIÓN ENVATIOS XXIV FASE III														
Ingeniería														
Obra Civil														
Montaje Estructuras														
Montaje Aparamenta														
Edificio de Control														
LÍNEA 132KV SE ENVATIOS XXIV FASE III - SE ENVATIOS XXIV														
Ingeniería														
Replanteo de apoyos y accesos														
Obra Civil														
Montaje de estructuras														
Tendido de conductores														
Señalización														
ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA														
CONEXIÓN A RED Y FIN DE OBRA														

2.1.8 Línea de Evacuación Promotores Fuencarral

PLAN DE OBRA LÍNEA DE EVACUACIÓN PROMOTORES FUENCARRAL																														
Etapas del proyecto	Mes															Mes														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
I. Ingeniería (Básica y Desarrollo)	█																													
II. Equipos principales (Compra + Fabricación + Entrega)								█																						
III. Construcción																█														
Trabajos previos: Plan SS, Apertura CT, Subcontratación																█														
Obra civil																█														
Armado e izado																█														
Apertura de zanjas y colocación de tubos																█														
Tendido, cableado																█														
Regulado - Amarrado engrapado																█														
IV. Pruebas finales																														█

2.2 Valoración de las obras

2.2.1 Línea de Evacuación Promotores Fuencarral

Las siguientes tablas recogen la totalidad del presupuesto del proyecto de la línea de alta tensión, tanto la parte de su trazado ubicado en la Comunidad de Castilla-La Mancha como la que discurre por la Comunidad de Madrid.

2.2.1.1 Presupuesto tramo aéreo

PROYECTO LÍNEA DE ALTA TENSIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN PROMOTORES FUENCARRAL - TRAMO PRADILLOS - ENVATIOS - FUENCARRAL					
TÍTULO:					
PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	OBRA CIVIL				1.555.860,00 €
1.1	CIMENTACIONES				1.555.860,00 €
1.1.1	Excavación Tierra. Excavación de pozo de cimentación mediante retroexcavadora y extracción de tierra a los bordes. Incluso carga y transporte a lugar de acopio y vertedero	11.670,00	m ³	110,00 €	1.283.700,00 €
1.1.2	Ejecución de cimentaciones para los apoyos. De hormigón HM-20/B/20/IIa elaborado en central, en relleno de cimentación, elaborado en central, incluso vertido con medios mecánicos, así como los elementos auxiliares necesarios, vibrado y colocado.	4.320,00	m ³	63,00 €	272.160,00 €
2	APOYOS				17.426.648,60 €
	Apoys compuestos por perfiles angulares de alas iguales totalmente atomillados; constituidos por tramos troncopiramidales. Realizados con aceros S355JR y S275 JR. Incluido anclajes, alargaderas, su suministro, acopio, armado, izado, puesta a tierra y placa señalización. Totalmente instalados.				
2.1	Apoyo nº AP01 PÓRTICO SET 400 kV	1,00	ud	203.440,00 €	203.440,00 €
2.2	Apoyo nº AP02, denominación PÓRTICO SET 220 kV	2,00	ud	142.408,00 €	284.816,00 €
2.3	Apoyo nº AP03, denominación PASO A SUBTERRÁNEO 400 kV	5,00	ud	122.064,00 €	610.320,00 €
2.4	Apoyo nº AP04, denominación PASO A SUBTERRÁNEO 220 kV	5,00	ud	101.720,00 €	508.600,00 €
2.5	Apoyo nº AP05, denominación AMARRE TIPO 1	63,00	ud	113.004,00 €	7.119.252,00 €
2.6	Apoyo nº AP05, denominación SUSPENSION TIPO 1	87,00	ud	80.425,80 €	6.997.044,60 €
2.7	Apoyo nº AP06, denominación ANCLAJE PORTAL 1	8,00	ud	111.177,00 €	889.416,00 €
2.7	Apoyo nº AP06, denominación ENTRONQUE	4,00	ud	203.440,00 €	813.760,00 €

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	CADENAS DE AISLAMIENTO				688.100,40 €
3.1	Cadena de suspensión. Cadena de 14 aisladores Poliméricos . Completamente instalados y funcionando.	398,00	ud	351,00 €	139.698,00 €
3.2	Cadena de amarre. Cadena de 14 aisladores Poliméricos . Completamente instalados y funcionando.	356,00	ud	351,00 €	124.956,00 €
3.1	Cadena de suspensión. Cadena de 24 aisladores Poliméricos . Completamente instalados y funcionando.	398,00	ud	561,60 €	223.516,80 €
3.2	Cadena de amarre. Cadena de 24 aisladores Poliméricos . Completamente instalados y funcionando.	356,00	ud	561,60 €	199.929,60 €

PARTIDA	CONCEPTO	CANT.	UNID.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
5	CABLE				7.854.252,00 €
5.1	Suministro y tendido Cable " LA-280 HAWK ". Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno. Incluido empalmes, separadores, contrapesos, etc.	126.000,00	m	4,78 €	602.280,00 €
5.1	Suministro y tendido Cable " LA-545 CARDINAL ". Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno. Incluido empalmes, separadores, contrapesos, etc.	1.066.200,00	m	5,46 €	5.821.452,00 €
5.2	Suministro y tendido Cable OPGW-48 . Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno. Incluido balizas, empalmes y cajas de conexiones.	314.400,00	m	4,55 €	1.430.520,00 €

RESUMEN

CAPÍTULO	Presupuesto capítulo
OBRA CIVIL	1.555.860,00 €
APOYOS	17.426.648,60 €
CADENAS DE AISLAMIENTO	688.100,40 €
CABLE	7.854.252,00 €
TOTAL PEM	27.524.861,00 €

2.2.1.2 Presupuesto tramo subterráneo

Circuito de 220 kV

Material	Tipo	Nº	Unidades (Ud)	Coste unitario (€)	Coste (€)
Conductor de fase	RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2000M+T37 5AL	17460	mt	325,00 €	5.674.500,00 €
Cable de fibra 24	OSGZ1	11640	mt	23,00 €	26.772,00 €
Pararrayo polimerico 220kV	-	12	ud	4.200,00 €	50.400,00 €
Material para la instalacion de cables. en paso aereo subterraneo y subterraneo aereo	-	12	ud	10.500,00 €	126.000,00 €
Terminal exterior para 220 kV	-	12	ud	18.500,00 €	222.000,00 €
Caja unipolar de puesta a tierra con descargadores	-	12	ud	2.650,00 €	31.800,00 €
				Subtotal	6.131.472,00 €

OBRAS CIVILES

Elemento	Tipo	Nº	Unidades (Ud)	Coste unitario (€)	Coste (€)
Apertura de zanjas en tierra	1.45 x 0.8	5820	mt	10,00 €	58.200,00 €
				Subtotal	58.200,00 €

CAPÍTULO	Presupuesto capítulo
MATERIALES	6.131.472,00 €
OBRAS CIVILES	58.200,00 €
MONTAJE	735.776,64 €
TOTAL PEM	6.925.448,64 €

Circuito de 440 kV

Material	Tipo	Nº	Unidades (Ud)	Coste unitario (€)	Coste (€)
Conductor de fase	RHE-RA+20L 220/400 kV 1x2000M+T37 5AL	17460	mt	325,00 €	5.674.500,00 €
Cable de fibra 24	OSGZ1	11640	mt	23,00 €	267.720,00 €
Pararrayo polimerico 400kV	-	12	ud	5.250,00 €	63.000,00 €
Material para la instalacion de cables. en paso aereo subterraneo y subterraneo aereo	-	12	ud	10.500,00 €	126.000,00 €
Terminal exterior para 400 kV	-	12	ud	24.420,00 €	293.040,00 €
Caja unipolar de puesta a tierra con descargadores	-	12	ud	2.650,00 €	31.800,00 €
				Subtotal	6.456.060,00 €

OBRAS CIVILES

Elemento	Tipo	Nº	Unidades (Ud)	Coste unitario (€)	Coste (€)
Apertura de zanjas en tierra	1.45 x 0.8	5820	mt	10,00 €	58.200,00 €
				Subtotal	58.200,00 €

CAPÍTULO	Presupuesto capítulo
MATERIALES	6.456.060,00 €
OBRAS CIVILES	58.200,00 €
MONTAJE	735.776,64 €
TOTAL PEM	7.250.036,64 €

2.2.1.3 Resumen general

CAPÍTULO	Presupuesto capítulo
Tramo Aéreo	27.524.861,00 €
Tramo subterráneo	14.175.485,28 €
Seguridad y salud	89.213,99 €
Gestión de residuos	12.596,44 €
TOTAL PEM	41.802.156,71 €

BI (6%)	2.508.129,40 €
GG (13%)	5.434.280,37 €
PEC	49.744.566,48 €

IVA	10.446.358,96 €
PEC+IVA	60.190.925,45 €

El presupuesto de Ejecución Material (PEM) de este proyecto asciende a **CUARENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS DOS MIL CIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS (41.802.156,71 €)**.

2.2.1.4 Presupuesto desglosado por TTMM

A continuación, se da el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) desglosado por TTMM:

CCAA	Provincia	Municipio	PRESUPUESTO
COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	BOROX	3.029.170,26 €
COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	ESQUIVIAS	1.683.786,96 €
COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA	TOLEDO	SESEÑA	5.292.900,39 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARANJUEZ	1.382.828,23 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	COLMENAR DE OREJA	303.014,91 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CHICHÓN	3.067.915,91 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MORATA DE TAJUÑA	265.123,26 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ARGANDA DEL REY	3.743.140,02 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	CAMPO REAL	707.571,28 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	LOECHES	1.200.799,88 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MEJORADA DEL CAMPO	1.124.320,24 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN FERNANDO DE HENARES	5.889.943,43 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	PARACUELLOS DEL JARAMA	4.591.208,63 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	AJALVIR	581.973,09 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	COBEÑA	885.441,28 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	SAN SEBASTIÁN DE LOS REYES	5.344.429,88 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	ALCOBENDAS	1.242.968,13 €
COMUNIDAD DE MADRID	MADRID	MADRID	1.465.620,95 €
PRESUPUESTO TOTAL (PEM)			41.802.156,71 €

2.3 Estimación de los gastos

A continuación, se exponen los gastos estimados del proyecto en su totalidad, ubicado en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha y la Comunidad Autónoma de Madrid.

PROYECTO	INSTALACIÓN	PRESUPUESTO
Planta Solar Fotovoltaica "Los Pradillos"		168.999.480,81
Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV"	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 1".	34.198.398,99
	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 2".	32.770.870,53
	Planta Solar Fotovoltaica "Envatios XXIV-Fase 3".	27.944.030,28
	SE "Envatios XXIV"	11.102.634,00
	Infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV". Fase II	7.256.153,98
	Infraestructuras de Evacuación "Envatios XXIV". Fase III	3.777.753,11
Línea de Evacuación Promotores Fuencarral		41.802.156,71
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL (PEM)		327.851.478,41

2.4 Estimación total de costes del Plan Especial

A continuación, se incluye la estimación de los costes estimados de la ejecución de las obras y tramitaciones de las instalaciones del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral en la Comunidad de Madrid**:

- **Proyecto Solar Fotovoltaico “Los Pradillos”:** se incluye la parte del presupuesto de las instalaciones que se ubican en la Comunidad de Madrid, con un presupuesto total de 58.972.914,44 €, desglosado por instalación de la siguiente forma:
 - o **Planta Solar Fotovoltaica “Los Pradillos”. Zona 4:** 50.797.321,93 €
 - o **Subestación “Los Pradillos 400 kV”:** 7.277.319,31 €
 - o **Línea E/S SE Los Pradillos 400kV:** 898.273,20 €
- **Proyecto Solar Fotovoltaico “Envatios XXIV”:** se incluye en el alcance del presente Plan Especial la totalidad del presupuesto del proyecto (117.049.840,89 €).
- **Línea de Evacuación Promotores Fuencarral:** se incluye la parte del presupuesto de las instalaciones que se ubican en la Comunidad de Madrid (31.796.299,10 €).

A esta estimación de costes se le añadirán los honorarios y gastos deducidos de la redacción y tramitación del Plan Especial.

2.5 Sistema de ejecución y financiación

Se actuará por expropiación, cesión, servidumbre o acuerdo con los propietarios de los terrenos donde se implantan las instalaciones.

La ejecución del proyecto se ha previsto mediante financiación de fondos propios de las sociedades titulares de las instalaciones.

3. MEMORIA DE IMPACTO NORMATIVO

3.1 Impacto por razón de género, orientación sexual y en la infancia y la adolescencia

A la vista del contenido de este Plan Especial de Infraestructuras se puede concluir que:

No contiene disposiciones referidas a la población LGTBI, ni otras que pudieran relacionarse con la discriminación por razón de orientación e identidad sexual, respetándose las disposiciones normativas contenidas en la Ley 3/2016, de 22 de julio, de Protección Integral contra la LGTBI Fobia y la Discriminación por Razón de Orientación e Identidad Sexual en la Comunidad de Madrid.

Este Plan Especial no contiene determinaciones que supongan un impacto negativo en las materias reguladas en la Ley Orgánica 1/1996, de 15 de enero de Protección Jurídica del Menor.

Tampoco contiene determinaciones que supongan un impacto negativo en la familia en los términos recogidos en la Ley 40/2003, de 18 de noviembre, de Protección a las Familias Numerosas

Asimismo, tampoco contiene determinaciones que supongan un impacto negativo en las materias en la Ley 6/1995, de 28 de marzo, de Garantías de los Derechos de la Infancia y la Adolescencia en la Comunidad de Madrid.

El presente Plan Especial de Infraestructuras del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**, no tiene impacto por razón de género, orientación sexual y en la infancia y en la adolescencia, ya que se trata de obras de infraestructuras eléctricas que no afectan en ninguno de estos aspectos.

3.2 Justificación de cumplimiento sobre accesibilidad universal

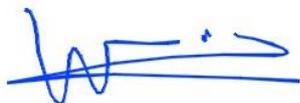
Las instalaciones que forman parte del **Proyecto Fotovoltaico Nudo Fuencarral**, son de acceso restringido y no entran dentro del ámbito de aplicación de las prescripciones del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

4. EQUIPO REDACTOR

Nombre	Titulación
Joaquín del Río Reyes	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Amelia Mateos Yagüe	Arquitecta Urbanista
Efrén Arenas Liñán	Abogado Especialista en Urbanismo
Pedro Tarancón Gómez	Arquitecto
Nicolás Martín López	Arquitecto
Laura de Torres Gutiérrez	Arquitecta

Firmado.

Joaquín del Río Reyes



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos