# PROYECTO HÍBRIDO EÓLICO-SOLAR "ALCORNOQUE" (49 + 49 MW) MODIFICADO DEL PROYECTO SOLAR





Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-
COLEGIO OFICIAL DE GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001.332

**SITO EN PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)**

**MARZO 2026**

# PROYECTO DE EJECUCIÓN

**ELABORADO POR:**

**IBEREÓLICA RENOVABLES, S.L.**

**Pº Marqués de Zafra, Nº 5**
**28028 MADRID**
**Tlf.: 91.557.05.66 / 67 Fax 91.557.05.22**

**PROPIEDAD DE:**

**ALCORNOQUE SOLAR, S.L.U.**

**Pº Marqués de Zafra, Nº 5**
**28028 MADRID**
**Tlf.: 91.557.05.66 / 67 Fax 91.557.05.22**

GRUPO IBEREÓLICA

# DOCUMENTO Nº1

## MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS E INSTALACIONES

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# INDICE


1 ANTECEDENTES ..... 5

2 OBJETO Y ALCANCE ..... 6

3 SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO ..... 7

4 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO ..... 10

4.1 UBICACIÓN ..... 10

4.2 ACCESOS ..... 10

5 CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO HÍBRIDO ..... 11

6 SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA ..... 14

6.1 SISTEMA GENERADOR ..... 14

*6.1.1 Campo Fotovoltaico* ..... 14

6.1.1.1 Módulos fotovoltaicos ..... 14

6.1.1.2 Seguidores Solares ..... 15

6.1.1.3 Sistema de Corriente Continua ..... 15

6.1.1.3.1 Cableado DC ..... 16

6.1.1.4 Inversor de String ..... 16

6.1.1.5 Sistema de Corriente Alterna ..... 17

6.1.1.5.1 Cableado ..... 17

6.1.1.5.2 Zanjas y cruzamientos ..... 17

6.1.1.6 Centros de Transformación 0,8/30 kV ..... 18

6.1.1.6.1 Transformadores ..... 19

6.1.1.6.2 Celdas de media tensión ..... 19

6.1.1.6.3 Alimentación auxiliar ..... 20

*6.1.2 Aerogeneradores* ..... 20

6.2 SISTEMA COLECTOR O DE RECOGIDA DE POTENCIA ..... 21

*6.2.1 Sistema colector de la Planta Fotovoltaica* ..... 21

6.2.1.1 Cableado ..... 21

6.2.1.2 Zanjas y canalizaciones del sistema colector ..... 22

*6.2.2 Sistema colector del Parque Eólico* ..... 23

6.2.2.1 Estructura de agrupación de los aerogeneradores ..... 23

6.2.2.2 Cables de potencia ..... 23

6.2.2.2.1 Cables de Media Tensión ..... 23

6.2.2.2.2 Tendido de cables: zanjas y canalizaciones ..... 24

6.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN ..... 24

6.4 EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL ..... 26

*6.4.1 Descripción general* ..... 26

6.4.1.1 Sala Eléctrica ..... 27

6.4.1.1.1 Celdas de 30 kV ..... 28

6.4.1.1.2 Transformador de Servicios Auxiliares ..... 30

6.4.1.1.3 Cuadro de servicios auxiliares ..... 30


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GEORGINA ÁLVAREZ ADRADOS Colegiado nº 00133302

6.4.1.1.4 Control, protección y medida ....31
6.4.1.1.5 Equipo rectificador batería 125 Vcc y cuadro de distribución ....32
6.4.1.1.6 UPS (Tensión Alterna Segura) ....33
6.4.1.1.7 Comunicaciones ....33
6.4.1.1.8 Equipo de protección personal y maniobra ....33
6.4.1.1.9 Instalaciones auxiliares ....34
6.4.1.1.10 Unidad de Control de la Sala Eléctrica (UCS) ....34
6.4.1.1.11 Sistema Fibra Óptica ....36
6.4.1.2 Sala de Control ....36
6.4.1.3 Sala de Mantenimiento/Almacén/Sala de Residuos ....36

6.5 RED DE TIERRAS GENERAL ....37
*6.5.1 Red de tierras del sistema de generación fotovoltaica ....37*
*6.5.2 Red de tierras del sistema de generación eólica ....38*
*6.5.3 Red de tierras del sistema colector de recogida de potencia ....38*
*6.5.4 Red de tierras del edificio eléctrico y de control ....39*
*6.5.5 Red de tierras de la línea de evacuación subterránea ....39*

**7 SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DEL PROYECTO HÍBRIDO ALCORNOQUE ....40**

7.1 RED DE COMUNICACIONES DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN ....40
*7.1.1 Red de comunicaciones en la planta fotovoltaica ....40*
7.1.1.1 Comunicaciones entre seguidores y unidades de control ....40
7.1.1.2 Comunicaciones entre inversores de string y centros de transformación ....41
7.1.1.3 Red de comunicaciones entre centros de transformación ....41
*7.1.2 Red de comunicaciones de los aerogeneradores. ....42*
*7.1.3 Red de comunicaciones de la línea de evacuación. ....42*

7.2 SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN ....43

7.3 SISTEMA DE CONTROL CENTRAL ....43
*7.3.1 Sistema Control de la Planta Fotovoltaica ....44*
7.3.1.1 Sistema de monitorización de la distribución de potencia ....44
7.3.1.2 Centros de transformación, inversores de string y celdas de media tensión ....45
7.3.1.3 Estación de control principal ....46
*7.3.2 Sistema de control del parque eólico ....46*
7.3.2.1 Información a transmitir. ....46
7.3.2.2 Información generada ....48
7.3.2.3 Presentación de los datos. ....49
7.3.2.4 Especificaciones ....49

**8 OBRA CIVIL ....50**

8.1 OBJETO Y CONTENIDO ....50

8.2 ACCESOS Y VIALES ....50
*8.2.1 Trazado ....51*
*8.2.2 Secciones tipo ....51*
8.2.2.1 Viales interiores parque eólico ....51
8.2.2.2 Viales interiores planta fotovoltaica ....52
8.2.2.3 Vial de acceso y perimetral de la planta fotovoltaica ....52
*8.2.3 Drenaje ....52*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos con el código seguro de verificación 00133302
GREGORIO ALVAREZ CARRERO, Colegiado nº

8.3 CIMENTACIONES EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA ..... 52
*8.3.1 Cimentaciones de los Centros de Transformación* ..... *52*
*8.3.2 Cerramiento perimetral* ..... *53*

8.4 PLATAFORMAS DE AEROGENERADORES ..... 53

8.5 CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES ..... 53

8.6 ZANJAS Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA COLECTOR ..... 54

8.7 EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL ..... 55
*8.7.1 Excavación, explanación y acondicionamiento del terreno* ..... *55*
*8.7.2 Drenaje de aguas pluviales* ..... *55*
*8.7.3 Edificación* ..... *55*
8.7.3.1 Alumbrado interior y fuerza ..... 59

**9 EVACUACIÓN DEL PROYECTO ..... 60**

**10 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA) ..... 61**

10.1 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR PLANTA FOTOVOLTAICA ..... 61

10.2 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR PARQUE EÓLICO ..... 61

10.3 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 KV ..... 62

**11 DESCRIPCIÓN AMBIENTAL ..... 64**

11.1 GESTIÓN DE RECURSOS ..... 64

11.2 ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS ..... 64
*11.2.1 Residuos generados* ..... *64*
*11.2.2 Gestión de residuos* ..... *65*
11.2.2.1 Residuos peligrosos ..... 65
11.2.2.2 Residuos no peligrosos ..... 65

11.3 LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN ..... 66

**12 NORMATIVA DE APLICACIÓN ..... 67**

12.1 NORMATIVA TÉCNICA ..... 67
*12.1.1 Directiva comunitaria* ..... *67*
*12.1.2 Reglamentación eléctrica* ..... *67*
*12.1.3 Reales decretos y normativa a tener en cuenta* ..... *87*

12.2 LEGISLACIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO ..... 89

12.3 LEGISLACIÓN DE OBRA CIVIL ..... 90

12.4 LEGISLACIÓN INDUSTRIAL ..... 90

12.5 LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE APLICABLE ..... 90

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, colegiado nº 0013302

12.6 LEGISLACIÓN AUTONÓMICA ..... 91

12.7 OTRAS NORMAS O INFORMES ..... 92

**13 PLANIFICACIÓN DE LAS OBRAS ..... 93**

**14 ORGANISMOS AFECTADOS ..... 95**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 1 ANTECEDENTES

El 3 de enero de 2024 la Sociedad Alcornoque Solar, S.L. obtuvo la autorización administrativa de construcción de la instalación de generación eléctrica de origen fotovoltaico denominada "FV ALCORNOQUE SOLAR" (Expte.: FV-866).

No obstante, según acuerdo entre ALCORNOQUE SOLAR, S.L. y APAMATE SOLAR, S.L. (trasladado al Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía el pasado 4 de junio de 2024), el proyecto APAMATE SOLAR se implantará en los terrenos de ALCORNOQUE SOLAR y, por este motivo, este último deberá modificar sus autorizaciones en base a la nueva ubicación del Proyecto.

Así, en la presente modificación del Proyecto se determina la nueva ubicación de las instalaciones, respetando la condición marcada por Red Eléctrica de España (para que el permiso de acceso y conexión siga teniendo validez) de que el centro geométrico de la nueva poligonal del Proyecto esté, como máximo, a 10 km del centro geométrico de la instalación original, es decir, con la que se obtuvo el permiso de acceso y conexión de Red Eléctrica de España.

Debido a este cambio de ubicación de la instalación fotovoltaica, el presente Proyecto implica una modificación sustancial de la autorización administrativa de construcción. Aprovechando que dicho cambio en la ubicación supone tener que retramitar nuevamente el Proyecto, se ha decidido incluir en esta modificación la hibridación de la instalación fotovoltaica de 49 MW con un módulo eólico de 49 MW, conformando así un proyecto híbrido fotovoltaico- eólico de 98 MW.

Según el artículo 5 del Real Decreto 997/2025, de 5 de noviembre de 2025, por el que se aprueban medidas urgentes para el refuerzo del sistema eléctrico, la definición de potencia instalada a efectos de autorización administrativa será la menor entre

"…

*4 b) La potencia activa máxima del transformador común de la instalación, o, en su caso, la suma de las potencias activas máximas del conjunto de transformadores comunes conectados en paralelo. Se entenderá que un transformador es común de la instalación o, en su caso, que varios transformadores conectados en paralelo son comunes de la misma cuando la evacuación de la energía eléctrica generada por la instalación se realiza a través de dicho transformador o conjunto de transformadores en paralelo. Para determinar la potencia activa máxima de un transformador se aplicará un factor de potencia igual a la unidad.*

…"

Siendo, en el caso del presente proyecto, la potencia activa máxima del transformador común de la instalación, que es de 49 MW.

Por lo expuesto anteriormente, ALCORNOQUE SOLAR, S.L. ha decidido modificar el Proyecto original y tramitar un proyecto híbrido solar-eólico denominado HÍBRIDO ALCORNOQUE ante el organismo autonómico competente, que en este caso es el Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía de Palencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 8302
VISADO

# 2 OBJETO Y ALCANCE

Este proyecto tiene por objeto describir las características constructivas del Proyecto Híbrido Alcornoque de generación de energía eléctrica de origen solar y eólico, definiendo y valorando las obras e instalaciones a realizar, estimando la producción energética y analizando los índices de rentabilidad de dicho Proyecto. El Proyecto se encuentra situado en el término municipal de Paredes de Nava y la línea subterránea de evacuación de 30 kV en los términos de Paredes de Nava, Perales y Becerril de Campos, en la provincia de Palencia en Castilla y León, y cuyo promotor es la sociedad Alcornoque Solar, S.L.U. cuyo accionista único es Ibereólica Renovables, S.L.

Este proyecto está formado por los siguientes documentos:

**DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA DESCRIPTIVA DE OBRAS E INSTALACIONES.**

**DOCUMENTO Nº 2 – CÁLCULOS Y ESTUDIO DE RECURSO SOLAR Y EÓLICO Y CÁLCULO DE PRODUCCIONES.**

**DOCUMENTO Nº 3 – PLANOS.**

**DOCUMENTO Nº 4 – MEDICIONES Y PRESUPUESTO.**

**DOCUMENTO Nº 5 – PLIEGO DE CONDICIONES.**

**DOCUMENTO Nº6 – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

**DOCUMENTO Nº7 – ESTUDIO DE RESIDUOS.**

Con este proyecto se persigue la construcción de un proyecto de generación de energía eléctrica de origen renovable a través de la construcción de un Parque Eólico capaz de aprovechar la energía del viento a través de aerogeneradores, y una Planta Fotovoltaica encargada de producir energía eléctrica a partir de módulos fotovoltaicos de última generación que aprovechan la energía solar, permitiendo el ahorro de otras fuentes energéticas y fomentando a la vez el uso de tecnologías energéticas avanzadas dentro del campo de las energías renovables.

El **Proyecto Híbrido Alcornoque** dispone de una potencia eólica proyectada de **49 MW** dotado de un conjunto de 7 aerogeneradores de 7 MW de potencia unitaria modelo N-175 de Nordex o similar, y una potencia fotovoltaica mediante módulos solares con seguimiento a un eje con una potencia nominal de **49 $MW_{AC}$**. Por tanto, el Proyecto Híbrido Alcornoque tendrá una potencia total nominal de **98 MW**.

La implantación del Proyecto viene representada en los planos PHAL-02 y PHAL-02.1 en coordenadas UTM y se corresponde con el máximo aprovechamiento del recurso eólico y solar del emplazamiento en condiciones de eficiencia y optimización.

La evacuación de la energía del Proyecto Híbrido Alcornoque se realizará en el nudo Grijota 400 kV y es de 47,16 MW, según el permiso de acceso y conexión actualizado con fecha de 16 de marzo de 2026 por parte de REE (documento incluido en el Anexo I de esta memoria). Dicha evacuación se realizará a través de una línea enterrada de 13,75 km de 30 kV, con una configuración de doble circuito de nueva construcción, que enlazará el edificio eléctrico y de control del proyecto con una posición de 30 kV en la subestación existente de La Higuera 30/132 kV ya autorizada.

Desde dicha subestación ya autorizada La Higuera, junto con la energía producida por otros proyectos próximos, se evacuará toda la energía mediante una línea aéreo-subterránea de 132 kV hasta la subestación Husillos 132/400 kV, donde se eleva la tensión para conectar con una posición de 400 kV de la subestación Grijota. Todas las instalaciones que se acaban de indicar, desde la posición del 30 kV de la subestación de La Higuera hasta la posición de 400 kV de Grijota, ambas incluidas, están aprobadas, construidas y operativas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 3 SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

A la hora de elegir el emplazamiento para la construcción y explotación de este Proyecto, es necesario que los lugares seleccionados cumplan con las siguientes características.

A nivel de aprovechamiento eólico, la localización seleccionada satisface las siguientes características:

- Velocidad media del viento medida en el emplazamiento es de 7,02 m/s, umbral superior a 5,5 m/s que es el mínimo que hace rentable la instalación.
- Características del emplazamiento respecto a la dirección del viento. Los mejores emplazamientos resultan ser aquellos que son perpendiculares a la dirección del viento, como es el caso del parque eólico del Proyecto Híbrido Alcornoque, en el que la dirección del viento es Noreste-Suroeste, y la dirección del parque eólico es perpendicular (Noroeste-Sureste).
- Determinación de una potencia mínima a instalar condicionada por los costes de inversión, de operación y mantenimiento y la distancia a la línea general de transmisión. En este caso, el Proyecto es de gran potencia permitiendo optimizar los costes de evacuación y haciendo que el coste por unidad de MW sea viable.
- El terreno no tiene ningún obstáculo que impida la instalación del Proyecto. A la hora de seleccionar emplazamientos son preferibles aquellas zonas desarboladas, como es el caso del Proyecto Híbrido Alcornoque, encontrándose en terrenos de cultivo de cereal.
- Consideraciones medioambientales que caracterizan a un emplazamiento como óptimo desde el punto de vista ecológico y arqueológico.

Por otra parte, el emplazamiento también responde favorablemente a las características requeridas para un proyecto fotovoltaico. España es uno de los países con mayor radiación de Europa, esto hace que en su conjunto la energía fotovoltaica sea más rentable que en otros países. España presenta unas características muy marcadas dentro de su territorio, presenta un gradiente norte-sur acusado y un gradiente este-oeste muy marcada por las cadenas montañosas en sentido este-oeste. La meseta norte recibe menos radiación que la meseta sur. Sin embargo, estas diferencias hacen que la radiación recibida en Galicia, Asturias o País Vasco, donde se registran los mínimos de radiación en España, sea superior a la que reciben países europeos como por ejemplo Alemania.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

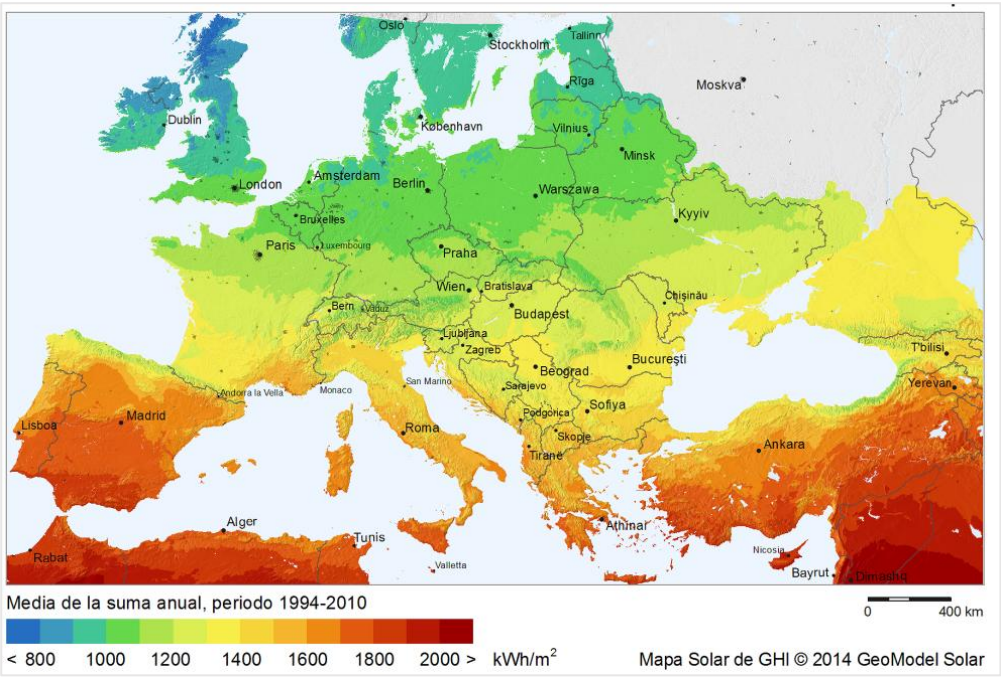



*Ilustración 1. Mapa de Radiación Solar en Europa.*

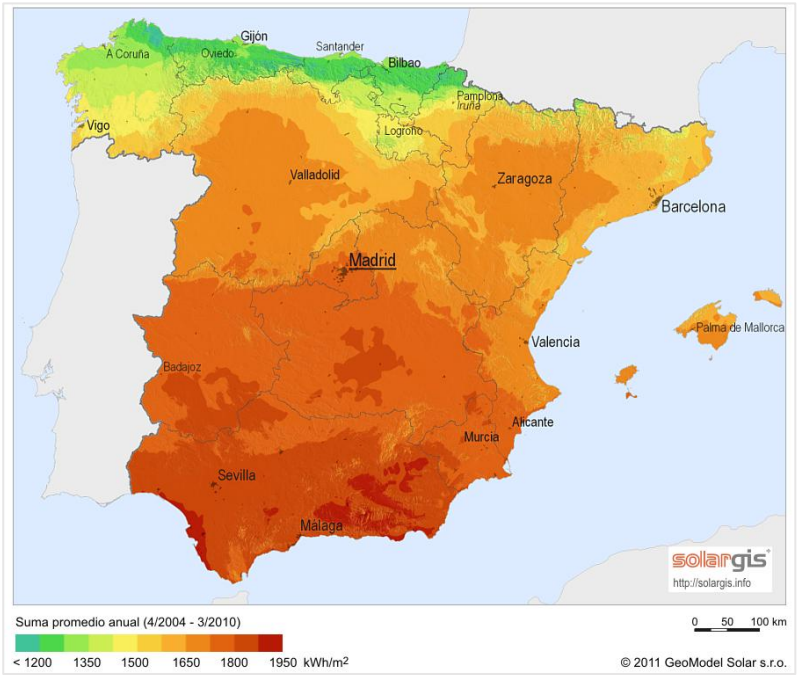



*Ilustración 2. Mapa de Radiación Solar en la Península Ibérica.*

El emplazamiento seleccionado para el Proyecto se encuentra en la provincia de Palencia, dentro de la meseta norte de la Península Ibérica, pero posee excelentes condiciones para el aprovechamiento solar fotovoltaico, tales como:

- Área de planicie, suficientemente llana y con un uso agrícola de secano y sin árboles.
- Favorables accesos y cercanía a la red de infraestructura vial.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- El área se encuentra desprovista de protecciones ambientales que impidan su instalación.
- Características climáticas favorables para la producción y operación del proyecto.
- Óptimo distanciamiento a sectores poblados.
- Cercanía a la red de transporte.
- Acuerdos firmados con los propietarios de los terrenos donde se ubica el Proyecto. Los terrenos son municipales y fueron adjudicados a Ibereólica Renovables en un concurso convocado por el Ayuntamiento de Paredes de Nava.

La actual propuesta para la instalación del Proyecto Híbrido Alcornoque responde de manera plenamente satisfactoria al examen de todos y cada uno de los aspectos anteriormente contemplados, tanto desde el punto de vista medioambiental como técnico y económico, que hace viable su construcción.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 4 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

## 4.1 UBICACIÓN

El Proyecto Híbrido Alcornoque está ubicado en los términos municipales de Paredes de Nava, Perales y Becerril de Campos, en la provincia de Palencia, Castilla y León.

El Proyecto se ubica en una zona agrícola, a una distancia de unos 20 km de la ciudad de Palencia en dirección Noroeste. La situación se recoge en el Plano PHAL-01. Las coordenadas de implantación del Proyecto se encuentran recogidas en la Tabla 1 y en el plano PHAL-02.1.1.

El terreno donde se emplazará el Proyecto tiene una altitud media de 820 m.s.n.m. y posee excelentes condiciones para el aprovechamiento solar y eólico gracias al nivel de radiación existente, ausencia de barreras a los vientos y características del emplazamiento favorables.

En 16/03/2023 se instaló una torre meteorológica de 120 metros para medir las características del viento en el área del proyecto y analizar la viabilidad técnica y económica del mismo.

Se dispone del terreno necesario para la instalación tanto de la planta fotovoltaica como del parque eólico en el término municipal de Paredes de Nava. Con fecha 16 de junio de 2021, fueron adjudicados a Ibereólica Renovables, accionista único de Alcornoque Solar, S.L.U., 455 ha de terrenos donde se ubica el Proyecto, propiedad del Ayuntamiento de Paredes de Nava, al resultar ganador de la licitación pública realizada por el Ayuntamiento de Paredes de Nava para la utilización de los mismos en proyectos de energías renovables durante un periodo de 40 años.

## 4.2 ACCESOS

Los accesos al área del Proyecto se realizarán desde la carretera P-961, que une las poblaciones de Villoldo y Paredes de Nava. El acceso principal, en el kilómetro P.K. 10+175, se realizará para llegar a todos los aerogeneradores del parque: al Sureste, para aproximarse a los aerogeneradores del Nº 3 al Nº 7; y al Noroeste para los aerogeneradores Nº1 y Nº 2. Aunque el vial interior se ha diseñado para llegar a todas las instalaciones principales del proyecto, en la misma carretera, se realizará un acceso auxiliar para tener una entrada directa a todas las instalaciones de la planta fotovoltaica en el kilómetro P.K. 7+875, utilizando un camino existente al sureste y después de recorridos 872 metros hasta la puerta de acceso.

Los viales de acceso serán acondicionados en caso de ser necesario para el ingreso de vehículos de carga durante la construcción y explotación del Proyecto Híbrido Alcornoque.

Tanto para la construcción, como para el mantenimiento de toda la infraestructura del Proyecto Híbrido Alcornoque (aerogeneradores, módulos fotovoltaicos, centros de seccionamiento, etc.), será necesaria la ejecución de viales interiores de parque, cuyo trazado se ha diseñado a partir de topografía real del terreno intentando minimizar las pendientes resultantes y con ello los movimientos de tierras necesarios para su construcción. Las características de los viales se describen en la presente Memoria y se encuentran recogidos en el Plano PHAL-05.4.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 30133

# 5 CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO HÍBRIDO

El Proyecto Híbrido Alcornoque está compuesto por un parque eólico de 49 MW de potencia y una planta fotovoltaica con seguimiento a un eje con una potencia nominal de 49 $MW_{AC}$, por lo que la potencia nominal total es de 98 MW.

La zona de implantación del proyecto queda inscrita en una poligonal que comprende una superficie de 451,7 ha y que queda definida por las coordenadas UTM de sus vértices y su centro geométrico:

| COORDENADAS POLIGONAL PARQUE HÍBRIDO ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| Superficie total: 451,7 Ha | | |
| VÉRTICE | UTM-x | UTM-y |
| A | 365.694 | 4.674.834 |
| B | 366.019 | 4.674.834 |
| C | 366.019 | 4.676.986 |
| D | 366.213 | 4.677.201 |
| E | 366.477 | 4.677.317 |
| F | 368.034 | 4.674.177 |
| G | 366.435 | 4.673.866 |
| H | 365.694 | 4.673.866 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

*Tabla 1. Coordenadas UTM de la poligonal ocupada por el Proyecto Híbrido Alcornoque.*

| COORDENADA CG POLIGONAL PH ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| Punto | UTM-x | UTM-y |
| CG | 366.666 | 4.675.205 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

*Tabla 2. Coordenadas UTM del Centro Geométrico (CG) del Proyecto Híbrido Alcornoque.*

El Parque Eólico estará formado por 7 aerogeneradores de 7 MW de potencia nominal distribuidos siguiendo la orografía del terreno y la rosa de vientos. Los aerogeneradores se han dispuesto en una alineación siguiendo la dirección Noroeste-Sureste, perpendiculares a la dirección predominante del viento. Cada aerogenerador dispondrá de una plataforma adyacente a su cimentación, que dispondrá de espacio suficiente para el acopio de todos los elementos que lo componen y la grúa necesaria para su montaje. Dicha plataforma se conservará durante la vida útil del proyecto ya que, además de ser básica en la instalación del aerogenerador, es necesaria para el mantenimiento posterior del mismo.

Las coordenadas UTM de los aerogeneradores proyectados para el parque eólico son las siguientes:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| COORDENADAS AEROGENERADORES PARQUE HÍBRIDO ALCORNOQUE | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **AEROGENERADOR** | **UTM-x** | **UTM-y** | **Término Municipal** | **Provincia** |
| AL-01 | 366.328 | 4.677.152 | Paredes de Nava | Palencia |
| AL-02 | 366.518 | 4.676.725 | Paredes de Nava | Palencia |
| AL-03 | 366.856 | 4.676.038 | Paredes de Nava | Palencia |
| AL-04 | 366.945 | 4.675.610 | Paredes de Nava | Palencia |
| AL-05 | 367.213 | 4.675.173 | Paredes de Nava | Palencia |
| AL-06 | 367.568 | 4.674.595 | Paredes de Nava | Palencia |
| AL-07 | 367.803 | 4.674.212 | Paredes de Nava | Palencia |
| **Coordenadas UTM - Datum ETRS89 - Huso 30 N** | | | | |

*Tabla 3. Coordenadas UTM de los aerogeneradores del Parque Eólico del Proyecto Híbrido Alcornoque.*

Por su parte, la Planta Fotovoltaica del Proyecto Híbrido Alcornoque se encuentra ubicada dentro de la poligonal del proyecto, en el Término Municipal de Paredes de Nava, en los terrenos públicos adjudicados a Ibereólica Renovables en concurso. En el plano PHAL-02.2 se describe implantación en la que se indican las coordenadas UTM de la poligonal del área que ocupa esta instalación:

| COORDENADAS POLIGONAL FOTOVOLTAICA PH ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| **Superficie total: 73,03 Ha** | | |
| **VÉRTICE** | **UTM-x** | **UTM-y** |
| 1' | 365.695 | 4.674.831 |
| 2' | 366.455 | 4.674.831 |
| 3' | 366.455 | 4.673.871 |
| 4' | 365.695 | 4.673.871 |
| **COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N** | | |

*Tabla 4. Coordenadas UTM de la poligonal de la Planta Fotovoltaica del Proyecto Híbrido Alcornoque.*

La Planta Fotovoltaica del Proyecto Híbrido Alcornoque estará constituida por 75.600 módulos fotovoltaicos bifaciales con una potencia nominal de 725 Wp cada uno, que supone una potencia pico instalada de 54,81 MWp, y que se instalarán sobre seguidores solares a un eje horizontal para dar una potencia nominal de 49 $MW_{AC}$ a la salida de los inversores, considerándose su máxima potencia.

Los módulos fotovoltaicos se organizan en seguidores o *trackers* con eje norte - sur, que son capaces de girar en sentido este-oeste un ángulo de ±60º. Cada seguidor es capaz de mover 4 strings de 27 módulos cada uno, configurados en 2 alineaciones de módulos colocados en modo retrato (1V). Los seguidores se colocan en filas norte-sur con una

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133[illegible]
VISADO

separación entre ejes de 6 metros. Cada seguidor solar cuenta con un motor, capaz de mover esos 4 strings, alimentado directamente desde un módulo fotovoltaico específico y una batería dedicada, para situaciones en los que los módulos no se encuentran en producción y se requiere el movimiento del seguidor.

Los módulos fotovoltaicos generan la energía en corriente continua y se transforma a corriente alterna en el inversor de string al que va asociado. A estos inversores se conectan 20 strings en paralelo, estando cada uno de ellos formado por 27 módulos en serie, proporcionando una potencia a la entrada del inversor es de 391,5 kW. Los inversores de string se conectan al respectivo centro de transformación 0,8/30 kV, dotado con los sistemas de control y protección del sistema, los cuadros de baja tensión, el transformador de potencia y las celdas de media tensión.

Un bloque de potencia se compone de un centro de transformación que agrupa a todos los módulos, inversores y seguidores asociados al mismo de forma que, dicho bloque de potencia se compone de 10.800 módulos fotovoltaicos cuya energía (corriente continua) la recogen 20 inversores de string de 350 kW, que enlaza a un centro de transformación que recoge un total de 7 MW. La Planta Fotovoltaica está compuesta por 7 bloques de potencia sumando la potencia nominal de 49 $MW_{AC}$ indicada anteriormente. En el plano PHAL-03.4 se recoge el detalle del bloque de potencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 6 SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

El objeto del presente apartado es definir y valorar el sistema de generación y la infraestructura eléctrica a instalar en el Proyecto.

La elección del sistema eléctrico de potencia más adecuado de una instalación debe estar realizado atendiendo tanto a consideraciones técnicas como económicas de cada una de las alternativas posibles.

Desde un punto de vista técnico, el Proyecto Híbrido Alcornoque se ha estructurado en los siguientes subsistemas:

- Sistema generador: campo fotovoltaico y aerogeneradores.
- Sistema colector.
- Centros de Transformación de planta fotovoltaica 0,8/30 kV.
- Edificio eléctrico (centros de seccionamiento planta fotovoltaica, parque eólico y parque híbrido).
- Red de tierras del Proyecto (sistema generador, sistema colector, edificios eléctricos y de control y línea de evacuación).
- Sistema de control y supervisión de las instalaciones.
- Línea de evacuación 30 kV.

Para cada uno de estos subsistemas se ha realizado su propio análisis de alternativas técnicas y económicas.

## 6.1 SISTEMA GENERADOR

### 6.1.1 CAMPO FOTOVOLTAICO

El análisis realizado sobre el sistema de generación fotovoltaica se ha realizado evaluando los diferentes elementos que constituyen la Planta Fotovoltaica. Se ha procedido a evaluar las diferentes tecnologías existentes actualmente en el mercado y se han tenido en consideración los siguientes elementos principales:

- Módulos fotovoltaicos.
- Seguidores o *trackers*.
- Sistema de corriente continua.
- Inversores de string.
- Sistema de corriente alterna
- Centros de trasformación.
- Red de Tierras

En los Anexo II de la presente Memoria se recogen las hojas de datos de los equipos que se han empleado en el diseño de la Planta Fotovoltaica. En fases posteriores de ingeniería podrán utilizarse éstos u otros de características similares o superiores.

#### 6.1.1.1 Módulos fotovoltaicos

Los módulos o paneles fotovoltaicos son los elementos encargados de convertir la radiación solar captada por las celdas fotovoltaicas en energía eléctrica.

Los módulos considerados para la Planta Fotovoltaica del Proyecto Híbrido Alcornoque estarán constituidos por celdas de silicio, que serán monocristalinas de alta eficiencia (PERC) bifaciales las cuales se encuentran encapsuladas entre

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

una capa de vidrio templado de bajo contenido en hierro, de 4 mm de espesor y un aislante eléctrico. Cuentan con un material de relleno, con el objeto de evitar la entrada de polvo, aire y humedad, que protege las células fotovoltaicas y está compuesto por un polímero. Están completamente preparadas para soportar condiciones meteorológicas adversas, funcionando sin interrupción de manera eficiente durante toda su vida útil.

La Planta está compuesta por 75.600 módulos solares fotovoltaicos bifaciales. Los módulos empleados para el diseño son Trina Solar Vertex N TSM-NEG21C.20 o similares de 725 Wp de potencia unitaria.

En el Anexo II se recoge la hoja de datos técnicos de los módulos fotovoltaicos seleccionados para el diseño de la Planta.

#### 6.1.1.2 Seguidores Solares

La instalación de los módulos fotovoltaicos se realiza sobre estructuras metálicas con seguimiento solar a un eje. Estos de distribuyen en filas en sentido norte-sur, que giran en sentido este-oeste, de modo que se incrementa de forma sensible el rendimiento de la instalación, respecto de una instalación fija, y además se facilitan las tareas de mantenimiento y limpieza.

El seguidor solar seleccionado para el diseño es el modelo Axone Duo de PVH o similar, que está diseñado para permitir el movimiento de 4 strings de forma independiente y autónoma, con módulos dispuestos en 1 línea en modo retrato (1V). No requiere cableado de alimentación al motor porque disponen de un motor alimentado en corriente continua desde una placa fotovoltaica propia y una batería dedicada.

Cada seguidor mueve, en sentido E-O, 108 módulos fotovoltaicos organizados en dos filas de dos strings cada una con 27 módulos por string, colocados en sentido retrato (1V) con eje N-S. Los ejes de ambas filas del seguidor se separan entre sí 6 m, obteniendo un grado de cobertura del terreno (GCR) del 40 %. De esta manera se requieren 700 motores de seguidores en la Planta. En el Anexo II de la presente memoria se recogen la hoja de datos técnicos del seguidor seleccionado.

El seguimiento solar se realiza a través de PLC que dispone de un programa de seguimiento que emplea cálculo astronómico. El programa adicionalmente cuenta con sistemas de protección contra el viento y backtracking para minimizar los efectos del sombreado. El controlador estará diseñado para mover el seguidor a las posiciones de seguridad en caso de que el viento alcance la velocidad máxima de diseño.

El control de los seguidores de la Planta se realiza a través del sistema de monitorización que se encuentra ubicado en la Sala de Control del proyecto.

La estructura sobre la que se instalan los módulos fotovoltaicos y los seguidores solares es de acero galvanizado o magnelis y se instala en función de las características del terreno. En concreto, la estructura se instalará directamente hincada al terreno.

El montaje de la estructura y el sistema de seguimiento no requiere soldaduras, lo que reduce enormemente el plazo de ejecución de la Planta. La estructura se instala dando cumplimiento a la normativa de diseño estructural.

La Planta cuenta con una red de tierras a la que se conectan las estructuras para garantizar el paso de derivaciones y la equipotencialidad entre las mismas, siendo el punto de unión a tierra inferior a 20 cm del nivel del terreno.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 03392
VISADO

#### 6.1.1.3 Sistema de Corriente Continua

El sistema de corriente continua está formado por los módulos fotovoltaicos, anteriormente descritos, todo el cableado de enlace en serie entre los módulos de un string y el conexionado de estos strings en paralelo hasta los inversores de string, así como las protecciones eléctricas asociadas a estos equipos, que habitualmente se encuentran en la entrada de los inversores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 09302
VISADO

##### 6.1.1.3.1 Cableado DC

El cable para el sistema DC que recoge la energía de los módulos fotovoltaicos, cumple con la normativa nacional e internacional correspondiente, capaz de resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV y condiciones meteorológicas adversas y se ha diseñado para minimizar pérdidas.

Los cables no contendrán sustancias halógenas y reaccionarán al fuego de acuerdo con las siguientes normativas:

- Baja emisión de humos según EN 50268-2.
- Baja toxicidad según EN 50305, ITC<3.

El conexionado de los módulos se realizará con cable solar de cobre de doble aislamiento tipo intemperie de 1.500 Vdc. tipo ZZ-F Rojo y Negro, mediante conexiones multicontact.

A la hora de dimensionar las secciones del cableado de corriente continua, la caída de tensión no deberá exceder del 1,5% en todo el circuito de baja tensión. Estas pérdidas se calculan en base a potencia nominal, considerando una temperatura de operación en el núcleo del conductor de 90°C, una temperatura ambiente máxima de 40°C y una resistividad térmica en función de los resultados del estudio geotécnico. Se prevé unas secciones de 4, 6, 10 y 16 mm² para todo el cable solar, con una medición aproximada de 39.060 metros.

El cable hasta los inversores se instalará, mientras sea posible, directamente dentro del tubo de torsión del seguidor y en canalización subterránea (en aquellos lugares donde no haya soporte donde conducir el cableado).

#### 6.1.1.4 Inversor de String

Los inversores tienen la misión de transformar la corriente continua, procedente de los módulos fotovoltaicos, a corriente alterna, para minimizar las pérdidas. La configuración de los módulos fotovoltaicos se establece en base a las características de tensión y potencia admisible de los inversores.

Los inversores seleccionados para el diseño de la Planta Fotovoltaica, de *tipo string*, son el modelo SG350HX de la marca Sungrow o similar, de 350 kW de potencia, que en fases posteriores podrán ser revisados y modificados por otros de iguales o superiores características.

El inversor de este tipo transforma la corriente de los strings y se instala próximo a ellos. Las características técnicas de los inversores obligan a una configuración de los módulos fotovoltaicos en serie para alcanzar los niveles de tensión requeridos y en paralelo para alcanzar la potencia. Así, la configuración para este inversor consiste en conectar 20 strings en paralelo compuestos, cada uno, por 27 módulos fotovoltaicos conectados en serie, hasta llegar a un total de 540 módulos conectados al inversor. En el Anexo II de la memoria se encuentran recogidas las características del inversor seleccionado, que debe disponer de:

- Fusibles DC de protección de los strings de entrada al inversor.
- Protección sobretensión en el lado de DC y AC, tipo 2.

- Protección ante polaridad inversa en DC.
- Protección por sobreintensidad en AC.
- Monitorización de los parámetros de la red.
- Sistema de protección Anti-Isla con desconexión automática.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 001502
VISADO

### 6.1.1.5 Sistema de Corriente Alterna

El sistema de corriente alterna conecta los inversores de string hasta el cuadro de baja tensión del centro de transformación asociado en el bloque de potencia mediante líneas subterráneas independientes de BT 0,6/1kV. Una vez en el Centro de Transformación se eleva la tensión a través del transformador de potencia a 30 kV.

#### 6.1.1.5.1 Cableado

El cable para el sistema de corriente alterna se ha diseñado conforme a la normativa nacional e internacional vigente y es capaz de resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV y condiciones meteorológicas adversas.

El cableado deberá llevar protección externa de fibra de vidrio y termoplástico reforzado, no propagadora de llama y libre de sustancias halógenas, en caso de ubicarse en interiores, cumpliendo las normativas:

- Baja emisión de humos según EN 50268-2.
- Baja toxicidad según EN 50305, ITC<3.

En caso de ir de forma exterior se utilizarán canaletas plásticas y no metálicas para tal fin.

A la hora de dimensionar las secciones del cableado de corriente alterna, la caída de tensión de todo el circuito de baja tensión no debe exceder el 1,5%, para minimizar las pérdidas.

Se ha previsto para la interconexión de los inversores de string con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación cableado del tipo RZ1 0,6/1 kV de Aluminio que van desde 1x120 $mm^2$ hasta 1 x 500 $mm^2$ de sección de conductor. Estas líneas serán totalmente enterradas, con una medición aproximada de 61.371 metros. Si el cableado de BT estuviese a la intemperie, se diseñará de forma que funcione correctamente bajo radiación solar directa, operando de manera continua a 120°C y su vida útil deberá estar garantizada durante toda la vida útil de la Planta.

Adicionalmente, este sistema incluye la alimentación en alterna a sistemas auxiliares como la estación meteorológica o el sistema de vigilancia y seguridad.

Los detalles de este sistema pueden ver en el Plano PHAL-04.3.

#### 6.1.1.5.2 Zanjas y cruzamientos

La conexión eléctrica entre los inversores de string y los centros de transformación se realiza a través de un cableado de baja tensión, enterrado directamente en zanjas, según se ha descrito en el apartado anterior. El diseño contempla en la medida de lo posible evitar los cambios de dirección.

Se realizarán zanjas para cualquier otro equipo que requiera alimentación, como pudieran ser las cámaras de seguridad, alumbrado, los repetidores de comunicaciones en caso de ser necesarios, etc. Todo el cableado de baja tensión contará con una sección adecuada para las necesidades de alimentación.

Los extremos de todos los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Las zanjas para este tipo de conducción, por seguridad, deben tener como mínimo una profundidad de 0,8 m, mientras que su ancho será como mínimo de 0,7 m.

En el fondo de las zanjas se instala el cable de tierra, posteriormente se rellena con una capa de arena de 10 cm antes de tender los cables de potencia y de control, para evitar que piedras u otros elementos duros puedan dañar los cables en su tendido y para servir de drenaje. Una vez tendidos los cables de potencia y control se extiende otra capa de arena fina de río hasta completar 10 cm de espesor mínimo desde la parte superior de los mismos, para garantizar que estén cubiertos.

En los cruces de la red de zanjas con los caminos de servicio los cables se instalan dentro de tubos de PVC autoextinguibles de diámetro 200 o 250 mm, según corresponda, para cada de terna de cables de potencia, 90 mm para cables de control y 63 mm para el cable de tierra, recubiertos todos con 20 cm de hormigón en masa HM-20, sellados en ambos extremos con espuma de poliuretano, que permitan sustituir los cables sin interrumpir el tráfico rodado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133022
VISADO

### 6.1.1.6 Centros de Transformación 0,8/30 kV

Los centros de transformación elevan a media tensión la corriente alterna en baja tensión procedente de los inversores de string, para minimizar las pérdidas hasta conectarlo a su Centro de Seccionamiento de la sala eléctrica del proyecto. En dicho Centro de Seccionamiento se recoge la energía de los distintos Centros de Transformación agrupándola para verter la energía en la subestación transformadora (SET La Higuera 30/132 kV) en donde se elevará la tensión para la evacuación para su conexión con la red de transporte.

Los Centros de Transformación se incluyen en una solución tipo contenedor o skid preparada para la operación en exterior en las condiciones del emplazamiento.

El Proyecto Híbrido Alcornoque dispone de 7 centros de transformación repartidos por el campo solar. Cada uno de ellos está equipado con refrigeración de los equipos y para protección de los elementos electrónicos.

Los centros de transformación se conectan entre sí a través de una red subterránea de media tensión de 30 kV, que canalizará la energía generada por los diferentes bloques de potencia hasta el Centro de Seccionamiento. Cada circuito puede recoger la energía de hasta 4 Centros de Transformación, por lo que en este caso se han dispuesto 1 circuito que agrupan 3 centros de transformación y otro circuito con 4 centros de transformación, de forma que la Planta Fotovoltaica cuenta con 2 circuitos que llegan a su propio Centro de Seccionamiento.

Los principales equipos y componentes que integran el centro de transformación son los siguientes y se describen en los siguientes apartados:

- Cuadro de Baja Tensión 0,8 kV, donde se conectarán todas las líneas de BT provenientes de los 20 inversores de string de 350 kW.
- Transformador y cuadro de SSAA.
- Transformador de potencia 0,8/30 kV de 7.000 kVA.
- Celdas de Media Tensión (L+L+P).

En el Anexo II de este documento se recogen las hojas de características de los Centros de Transformación seleccionados, así como de todos los equipos que los conforma

#### 6.1.1.6.1 Transformadores

Los transformadores elevadores situados en los Centros de Transformación son los encargados de elevar la tensión hasta el nivel de media tensión elegido (30 kV).

La relación de transformación de los transformadores trifásicos es 0,8/30kV y 50 Hz, con aislamiento en aceite. Las características técnicas principales de los transformadores se recogen en la siguiente tabla:

| DATOS TÉCNICOS | |
|---|---|
| Tipo: | 3 fases / 50 Hz |
| Potencia: | 7.000 kVA |
| Tensión primaria (MT): | 30 kV |
| Tensión secundaria (BT): | 800 V |
| Estándar: | IEC60076 |
| Temperatura ambiente: | -25 a 60 ºC |
| Altura de uso máx.: | ≤1.000 m sobre el nivel del mar |

*Tabla 5. Características Principales del Transformador.*

#### 6.1.1.6.2 Celdas de media tensión

Cada centro de transformación cuenta con celdas de media tensión, cuya configuración depende de su posición en la red de media tensión. Todas ellas cuentan con aislamiento en gas SF6 de uso interior y con la siguiente configuración:

- Dos celdas de línea con interruptor de corte en carga.
- Una celda de protección de transformador con fusible.

Todas las celdas, independientemente del centro de transformación en el que se ubiquen, cuentan con la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos. Asimismo, en condiciones de fallo mantienen su alineación y sus puertas permanecen cerradas.

Las celdas son a prueba de arco interno, disponen de enclavamiento mecánico de seguridad y la entrada y salida de cables es por la parte inferior de las mismas.

Debido a que su instalación es en el interior del centro de transformación, sus dimensiones están adaptadas a las dimensiones internas del centro de transformación, de manera que se permita el acceso y las posibles tareas de mantenimiento que pudieran requerirse.

Para el diseño de las celdas, se ha considerado una temperatura del aire ambiente entre -10ºC y +40ºC. A continuación, se recoge una tabla con las características principales de las celdas de media tensión:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| CELDAS DE MEDIA TENSIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN: | |
|---|---|
| Tensión Nominal | 30 kV |
| Tensión Máxima | 36 kV |
| Frecuencia Nominal | 50 Hz |
| Altitud | <1.000 msnm |

*Tabla 6. Características Principales las Celdas de Media Tensión de los Centros de Transformación.*

#### 6.1.1.6.3 Alimentación auxiliar

En cada centro de transformación se instala un transformador de 50 kVA 30/0,42 kV y 50Hz, conectado al cuadro de Baja Tensión (AC). Este transformador se encarga de alimentar los servicios auxiliares del centro de transformación, tales como iluminación, ventilación, sistema de monitorización, etc.

Adicionalmente, cada centro de transformación cuenta con un sistema de alimentación interrumpida (SAI) con el objeto de mantener la alimentación de los sistemas de control ante la ausencia de tensión. Este sistema garantizará la alimentación de la unidad de control que gobierna los seguidores y, adicionalmente, los posibles repetidores de comunicación, en caso de ser necesarios. Se ha considerado una SAI con capacidad suficiente para poder maniobrar todo el sistema al menos una vez, durante las 4 horas posteriores al producirse la ausencia de tensión.

### 6.1.2 AEROGENERADORES

Los puntos que se han considerado a la hora de realizar el análisis de selección, una vez determinado el emplazamiento del parque eólico, han sido:

- Potencia unitaria de la máquina.
- Optimización de la energía producida por unidad de superficie barrida por el rotor.
- Fiabilidad de la máquina.

La elección de la potencia unitaria ha estado basada en las consideraciones económicas del coste de máquina por kWh generado, en las necesidades de generación, en las velocidades de viento disponibles, en la madurez de la tecnología, etc. Sin embargo, el estado actual de la tecnología y del mercado no permite hacer la elección en función solamente de este tipo de consideraciones. El mercado se ha desarrollado detrás de la tecnología disponible, partiendo de los escalones inferiores de potencia. Actualmente, la tendencia es hacia el escalón superior a 7.000 kW, en el cual es de esperar que se introduzcan mejoras tecnológicas y de economía de escala, antes de pasar a escalones superiores.

Dentro de este escalón son previsibles mejoras en las siguientes áreas: cumplimiento de la curva de potencia, mejora de materiales en la fabricación de palas, regulación de potencia activa y reactiva, calidad de la energía generada, etc. que incidirán notablemente en el coste y rendimiento de la máquina.

La energía producida por unidad de superficie del rotor y la fiabilidad de la máquina son parámetros que deben de cuantificarse en una adecuada valoración de las ofertas disponibles en el mercado, dentro de cada escalón de potencia.

El modelo de aerogenerador que inicialmente se pretende instalar, escogido entre los diferentes tecnólogos, es el fabricado por la empresa NORDEX GROUP, con una potencia nominal de 7.000 kW, paso y velocidad variable, modelo

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

N-175/6X. El aerogenerador dispondrá de un transformador, instalado en la góndola o nacelle, que transforma la tensión de salida del generador de 0,95 a 30 kV que es la tensión en media tensión necesaria en el proyecto.

El parque eólico del Proyecto Híbrido Alcornoque estará formado por un total de 7 aerogeneradores de 7 MW de potencia unitaria y con una altura a eje de rotor de 140 m. La potencia total instalada del parque eólico será de 49 MW.

El modelo de aerogenerador a instalar será Clase III, paso y velocidad variable, cuyas características se definen en el Anexo II de este documento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.gob.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 001502
VISADO

## 6.2 SISTEMA COLECTOR O DE RECOGIDA DE POTENCIA

En el proyecto, el sistema colector es el encargado de recoger la energía producida por los aerogeneradores y los módulos de la planta fotovoltaica y llevarla hacia el embarrado de 30 kV situado en los centros de seccionamiento de la sala eléctrica, dentro del edificio eléctrico y de control del proyecto. La configuración del sistema colector se ha definido atendiendo a criterios técnicos y económicos.

En el caso particular de la Planta Fotovoltaica, como sistema colector, se considera el sistema de media tensión que recoge la energía de los centros de transformación hasta su centro de seccionamiento específico en la sala eléctrica.

Se ha analizado la sección adecuada de cable por capacidad de transporte de carga, por pérdidas de efecto Joule y por admisión de cortos, así como el factor económico de coste inicial.

Dadas las diferencias entre ambos sistemas de generación se han realizado los cálculos para cada uno de ellos de forma independiente.

### 6.2.1 SISTEMA COLECTOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Este sistema colector es el encargado de recoger la energía desde los centros de transformación y llevarla hacia el embarrado de 30 kV, situado en la sala eléctrica dentro edificio eléctrico y de control. La configuración del sistema colector viene reflejada en el Plano PHAL-04.2.

La elección del sistema eléctrico de potencia más adecuado para la recogida ha sido realizada atendiendo tanto a las consideraciones técnicas como a las consideraciones de facilidad de construcción y optimización y seguridad en la operación, de cada una de las alternativas posibles.

Por ello, en la Planta Fotovoltaica se ha diseñado un sistema que recoge la energía generada de dos circuitos, uno con 3 y el otro con 4 centros de transformación, y que la conduce desde el más próximo hasta el centro de seccionamiento situado en la sala eléctrica, buscando con ello el equilibrio entre el aumento de disponibilidad, la reducción de pérdidas y el coste de la instalación.

De esta forma, al disponer la Planta de siete (7) centros de transformación, la configuración de entrada al embarrado de 30 kV del centro de seccionamiento es de tres (3) entradas conectadas a dos celdas SF6.

#### 6.2.1.1 Cableado

El cable para el sistema AC se ha diseñado conforme a la normativa nacional e internacional vigente, y capaz de resistir esfuerzos mecánicos.

Los cables no contendrán sustancias halógenas y reaccionarán al fuego de acuerdo con las siguientes normativas:

- Baja emisión de humos según EN 50268-2.
- Baja toxicidad según EN 50305, ITC<3.

A la hora de dimensionar las secciones de este cableado, se ha tenido en cuenta que la caída de tensión no exceda el 0,5%. De la misma manera, estas pérdidas se calculan en base a potencia nominal, considerando una temperatura de operación en el núcleo del conductor de 90°C, una temperatura ambiente máxima de 40°C y una resistividad térmica y temperatura del terreno en función de los resultados del estudio geotécnico.

El cableado para el sistema de media tensión será del tipo HEPRZ1 de aluminio y nivel de tensión adecuado a la distribución. Se han calculado las secciones teniendo en cuenta los siguientes factores técnicos:

- Densidad de corriente.
- Cortocircuito.
- Caída de tensión.

Para mayor detalle ver Documento Nº 2 – Cálculos.

De esta forma se dispondrán de las siguientes secciones para el sistema de media tensión:

- Interconexión entre centros de transformación: 3x(1x240 $mm^2$) de Al.
- Interconexión entre centros de transformación y embarrado de 30 kV situado en Centro de Seccionamiento 3x(1x240 $mm^2$), y 3x(1x500 $mm^2$) de Al.

Dichas secciones quedan reflejadas en el esquema del Plano PHAL-04.2.

Los cables de potencia de media tensión serán unipolares del tipo HEPRZ1 18/30kV de Aluminio de la sección adecuada a la intensidad que transportan e irá enterrados en zanjas. Cumplirán con todas las especificaciones detalladas en la normativa internacional, además de los requerimientos incluidos en la Normativa sobre líneas de alta tensión.

#### 6.2.1.2 Zanjas y canalizaciones del sistema colector

El sistema colector, que recoge la energía de los centros de transformación de la Planta Fotovoltaica hasta el Centro de Seccionamiento, se realiza también a través de trazado subterráneo. Para ello se ejecutan zanjas, que discurren paralelos a los caminos de servicio de la Planta, en las que se ubicarán tanto la red de tierras, como la red de comunicaciones y los cables de potencia. Los cables irán directamente enterrados en el interior de las zanjas. El diseño contempla en la medida de lo posible evitar los cambios de dirección.

El trazado de las zanjas se realiza paralelo al eje del vial junto al que discurra, desplazado hacia la derecha o izquierda según convenga, hacia ambos lados o perpendicular al mismo. Según se puede ver en los detalles de las zanjas, recogidos en el Plano PHAL-05.3, se colocan en una misma capa los cables de potencia y control, con sus respectivos materiales de relleno, arena, placas de poliespán para protección mecánica, montados a soga y cinta señalizadora. La red de tierras se ubica en el fondo de la zanja. Una vez instalado el cable de tierra, posteriormente se rellena con una capa de arena de 10 cm antes de tender los cables de potencia y de control, para evitar que piedras u otros elementos duros puedan dañar los cables en su tendido y para servir de drenaje. Una vez tendidos los cables de potencia y control se extiende otra capa de arena fina de río hasta completar 10 cm de espesor mínimo desde la parte superior de los mismos, para garantizar que estén cubiertos.

En las zanjas se tiene en cuenta adicionalmente la colocación de cables de comunicación y alimentación a servicios auxiliares, como el sistema de vigilancia, alumbrado, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Los extremos de todos los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Las zanjas, por seguridad, deben tener como mínimo una profundidad de 1 m como mínimo, mientras que su ancho será de 0,8 m.

En ocasiones puede incluirse parte del sistema de baja tensión en la misma zanja, en tal caso, se agregan tubos de polietileno a diferente altura, cuyo diámetro estará dado en función de las indicaciones establecidas en el apartado anterior.

No se podrán realizar empalmes de cables de potencia y fibra óptica en las conexiones entre centros de transformación.

En los cruces de la red de zanjas con los caminos de servicio los cables se instalan dentro de tubos de PVC autoextinguibles de diámetro 200 o 250 mm, según corresponda, para cada de terna de cables de potencia, 90 mm para cables de control y 63 mm para el cable de tierra, recubiertos todos con 20 cm de hormigón en masa HM-20, sellados en ambos extremos con espuma de poliuretano, que permitan sustituir los cables sin interrumpir el tráfico rodado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en la sede electrónica del Colegio con el código 00133021
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº
VISADO

### 6.2.2 SISTEMA COLECTOR DEL PARQUE EÓLICO

#### 6.2.2.1 Estructura de agrupación de los aerogeneradores

La elección del sistema eléctrico de potencia más adecuado para la recogida ha sido realizada atendiendo tanto a las consideraciones técnicas como a las consideraciones de facilidad de construcción, optimización y seguridad en la operación, de cada una de las alternativas posibles.

El estudio de la distribución en Media Tensión se ha basado en la disposición de las turbinas y de las características geográficas del terreno.

En el trabajo de la elección de la mejor estructura a instalar dentro del parque eólico han surgido varias tareas de análisis como:

**Nivel de tensión:**

Dada la tensión de generación de las máquinas eólicas, 0,95 kV, es necesario elevar la tensión para adecuarlo a un transporte a distancias grandes, del orden de cientos a miles de metros.

Se incorpora un transformador de baja tensión a media tensión 0,95/30 kV situado en la góndola del aerogenerador.

Según esto, se ha establecido 30 kV como nivel de tensión para la recogida hasta el centro de seccionamiento instalado en el edificio eléctrico y de control situado en el área de la planta fotovoltaica del proyecto.

**Agrupación intermedia de los aerogeneradores:**

Ante la inconveniencia técnica y económica de llegar con cada aerogenerador al centro de seccionamiento de forma individual se han realizado dos (2) agrupaciones de aerogeneradores. De esta forma, la configuración de entrada al embarrado de 30 kV es de tres (3) entradas en dos celdas, como puede verse en el esquema del plano PHAL-04.1.

#### 6.2.2.2 Cables de potencia

##### 6.2.2.2.1 Cables de Media Tensión

Se han calculado las secciones teniendo en cuenta los siguientes factores técnicos:

- Densidad de corriente.
- Cortocircuito.
- Caída de tensión.

Para un mayor detalle, ver Documento Nº 2 – Cálculos.

Con referencia a este último punto, si bien técnicamente sería óptimo un aumento progresivo de la sección de cables en función de las cargas que deban soportar, económicamente es mucho más rentable limitar el número de distintas secciones que se vayan a utilizar. A la hora de dimensionar las secciones de este cableado, se ha tenido en cuenta que la caída de tensión no exceda el 1%. De esta forma, se dispondrán tres secciones para el sistema colector de Media Tensión:

- Interconexión entre aerogeneradores: 3x(1x240mm$^2$) y 3x(1x400mm$^2$) de Al.
- Interconexión entre aerogeneradores y embarrado de 30 kV situado en el centro de seccionamiento eólico: 3x(1x400mm$^2$) y 3x(1x500mm$^2$) de Al.

Dichas secciones quedan reflejadas también en el plano PHAL-04.1.

Los cables de potencia de media tensión serán unipolares del tipo HEPRZ1 18/30 kV de Aluminio, y de la sección adecuada a la intensidad que transportan.

#### 6.2.2.2.2 Tendido de cables: zanjas y canalizaciones

Se dispone de una red de zanjas cuyo trazado discurre paralelo a los caminos de servicio del Parque Eólico para el tendido de los conductores. En el fondo de las zanjas se instalará el cable de tierra, se rellenará con una capa de arena de 10 cm antes de tender los cables de potencia y de control, para evitar que piedras u otros elementos duros puedan dañar los cables en su tendido y para servir de drenaje. Una vez tendidos los cables de potencia y control se extenderá otra capa de arena fina hasta completar 10 cm de espesor mínimo desde la parte superior de los mismos, para garantizar que estén cubiertos.

Según se puede ver en la sección tipo de zanjas mostrada en los planos, se colocarán en una misma capa los cables de potencia y control, y en la misma zanja con sus respectivos materiales de relleno, arena, placas de protección mecánica, relleno seleccionado y cinta señalizadora. La red de tierras se colocará en el fondo de la zanja.

En los cruces de la red de zanjas con los caminos de servicio y cruces de plataformas del parque se instalarán los cables dentro de tubos de PVC autoextinguibles de diámetros 200 ó 250 mm, según corresponda, para cada terna de cables de potencia y de 63 mm para cables de control y cable de tierra, recubiertos con 20 cm de hormigón en masa HM-20, sellados en ambos extremos con espuma de poliuretano, que permitan sustituir los cables sin interrumpir el tráfico rodado.

## 6.3 EQUIPOS DE MEDICIÓN

En el emplazamiento del Parque Híbrido se pretende instalar:

En el **Parque Eólico**, una torre meteorológica cuya ubicación definitiva está indicada en el Plano PHAL-02.1.

Esta torre de medición tendrá una altura de 140 m y estarán equipadas con la instrumentación necesaria para obtener registros a tres alturas diferentes. La alimentación eléctrica de la torre se realizará a través del

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0003302
VISADO

aerogenerador Nº 5, por ser el más cercano, y quedarán integradas en el sistema de control del Proyecto con fibra óptica. Toda la instrumentación a instalar en la torre que requiera calibración deberá contar con su correspondiente certificado. Es imprescindible que los anemómetros a instalar cuenten con calibración MEASNET. Por término general, la torre dispondrá los siguientes equipos de medición:

- Anemómetros a distintas alturas.
- Anemoveleta.
- Veletas a distintas alturas.
- Termohigrómetro.
- Barómetro.

En la **Planta Fotovoltaica**, se instalarán dos estaciones meteorológicas, que contarán al menos de sensores de medida de las siguientes variables:

- Irradiancia en el plano horizontal: se colocarán dos piranómetros de patrón secundario según ISO 9060:1990 y de alta calidad conforme a las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (WMO), posicionado en el plano horizontal.
- Irradiancia en plano del módulo: se colocará un piranómetro de patrón secundario según ISO 9060:1990 y de alta calidad conforme a las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (WMO), posicionado en el plano de los módulos. Se valorará la posibilidad de instalar un seguidor solar que sea capaz de realizar el seguimiento de la trayectoria del sol a lo largo del año.
- Temperatura del módulo: realizada por medio de 4 termopares que miden la temperatura de la célula.
- Temperatura ambiente.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Sensor de ensuciamiento.
- Albedómetro.

Los sensores requeridos para la toma de medidas en estas estaciones serán instalados sobre cada una de sus torres y constarán de, al menos:

- Piranómetro.
- Anemómetro de cazoletas y veleta.
- Sonda de temperatura en superficie de módulo.
- Pluviómetro.
- Sensor combinado de temperatura ambiente, presión y humedad relativa del aire.
- Sensor de ensuciamiento.

Las estaciones meteorológicas serán instaladas en la planta mediante una cimentación en el terreno. Su ubicación será tal que no generen sombras sobre la instrumentación en ellas montada, así como flujos de aire afectados por edificaciones adyacentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001338

Para el almacenamiento y envío de los datos meteorológicos recogidos, tanto en la torre como en las estaciones meteorológicas, cuentan con una unidad de captación de datos, registrador Datalogger y sistema de transmisión. El equipo dispondrá de alta capacidad de almacenamiento y sistemas de entrada y salida analógico/digital, incluyendo un puerto de módem GPRS con todos los dispositivos necesarios para su conexión, además de puerto Ethernet. Los datos son enviados a los SCADA de la Sala de Control situada en el área de la planta fotovoltaica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 13302
VISADO

## 6.4 EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

El conjunto del sistema colector de ambas instalaciones, tanto de la planta fotovoltaica como del parque eólico, inyectarán la energía a sus respectivos centros de seccionamiento, situados en de la sala eléctrica dentro del edificio eléctrico y de control, que recogerá la energía de ambas instalaciones generadoras de energía renovable para evacuarla mediante una línea enterrada de media tensión de 30 kV hasta la subestación elevadora La Higuera 30/132 kV.

La situación geográfica del este edificio, situado a una altitud de 820 m.s.n.m., se pueden observar las tres salas descritas en los planos PHAL-06.1, (correspondiente a la sala eléctrica), PHAL-06.2, (de la sala de control) y PHAL-6.3 (de la Sala de Mantenimiento/Almacén/Sala de Residuos).

El Edificio, instalado en el área que ocupa la planta fotovoltaica del proyecto, está situado dentro de las siguientes coordenadas UTM:

| EDIFICIO DEL PROYECTO | | |
|---|---|---|
| **VÉRTICE** | **UTM-x** | **UTM-y** |
| S1 | 366.060 | 4.673.955 |
| S2 | 366.100 | 4.673.955 |
| S3 | 366.100 | 4.673.949 |
| S4 | 366.060 | 4.673.949 |
| **COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N** | | |

*Tabla 7. Coordenadas UTM ETRS89 del Edificio Eléctrico y de Control.*

### 6.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Se dispondrá de un edificio cuya función principal será recoger toda la energía recibida de los sistemas colectores del Parque Eólico y la Planta Fotovoltaica.

Este edificio albergará toda la aparamenta eléctrica, los equipos de control, equipos de medida (principal y redundante para la medida de producción fotovoltaica, principal y redundante para la medida de producción eólica y principal y redundante para la energía producida para el conjunto del proyecto), mando, protección y espacio para servicios auxiliares necesarios para la explotación de las instalaciones del proyecto.

Tendrá tres salas principales:

- Sala Eléctrica, con foso para el cableado.
- Sala de Control.
- Sala de Mantenimiento/Almacén/Sala de Residuos.

#### 6.4.1.1 Sala Eléctrica

Es el espacio donde se instalarán todos los equipos eléctricos y de control de recogida de las dos instalaciones de generación del proyecto.

La sala eléctrica, con planta baja y foso, albergará los siguientes equipos:

- Celdas de 30 kV que conformarán los tres centros de seccionamiento (instalación fotovoltaica, eólica y centro de seccionamiento común (híbrido)) y que recogerán la energía producida por los aerogeneradores y la planta fotovoltaica para su transporte hasta la SET La Higuera 30/132 kV.
    - Centro de Seccionamiento Planta Fotovoltaica:
        - Tres (3) celdas de línea.
        - Un (1) juego de transformadores de tensión en barra.
    - Centro de Seccionamiento Parque Eólico:
        - Cuatro (4) celdas de línea (una celda de línea de reserva).
        - Un (1) juego de transformadores de tensión en barra.
    - Centro de Seccionamiento Común (Híbrido):
        - Cinco (5) celdas de línea (una celda de línea de reserva).
        - Una (1) celda de protección de servicios auxiliares
        - Un (1) juego de transformadores de tensión en barra.
- Transformador de Servicios Auxiliares de 50 kVA, 30/0,4 kV.
- Cuadro de Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Corriente Continua.
- Doble equipo rectificador - batería de corriente continua de 125 V.
- UPS 230 Vca / 125 Vcc.
- Unidad de telemando de los centros de seccionamiento.
- Armario de comunicaciones.
- Armarios de medida (parque eólico, planta fotovoltaica e instalación común) en la fachada de la sala eléctrica.
- Equipo de protección personal y maniobra.

La sala eléctrica dispondrá de un foso de 2,5 m de profundidad mínima que permitirá el tendido y conexionado de los cables eléctricos, de control y de comunicaciones entre los distintos equipos de dicha sala eléctrica. Los cables de fuerza y control serán apantallados o armados según necesidades, siendo en el caso de BT en RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

Por su parte, todos los cables de 30 kV serán del tipo HEPRZ1 AL 18/30 kV en aislamiento y secciones adecuadas a la potencia máxima de la instalación.

La entrada y salida de cables al edificio se hará subterránea a través de tubos que comunicarán el exterior del edificio con el sistema de zanjas registrables del interior del mismo o el propio foso.

Los cables que comunican con los equipos de medida oficial se colocarán bajo tubo de acero galvanizado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Los tubos para paso de cables serán de material no magnético, tendrán un diámetro adecuado al cable o cables que haya de pasar por ellos de forma que el área de la sección transversal del interior del tubo sea como mínimo dos veces el área de la suma de las secciones transversales de los cables a tender en su interior, que serán sellados convenientemente.

Cuando se precisen curvas en los tubos, éstos tendrán un radio de 7 veces el diámetro del tubo como mínimo.

Se realizarán las bandejas y canalizaciones eléctricas necesarias para un correcto funcionamiento, siendo de material galvanizado en caliente. En el caso de los cables de control, las bandejas irán colgadas del techo del foso y en el caso de los cables de potencia, se apoyarán sobre silentblocks / grapas KOZ o bandejas en el suelo del foso.

El edificio irá dotado de un conjunto PTAS (fosa séptica + filtro biológico). La fosa séptica será enterrada y compacta, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, y con sistema de lodos activos. Será adecuado para el aseo del edificio, así como para habitabilidad del mismo.

También se instalará un depósito de agua enterrado con una capacidad de 6 m³, reforzado con resina de fibra de vidrio. El depósito se llenará de las aguas pluviales de la cubierta del edificio eléctrico.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133
VISADO

#### 6.4.1.1.1 Celdas de 30 kV

Serán del tipo compactas, en SF6 para interior. Todas las celdas dispondrán de elementos de fijación, mediante abrazaderas KOZ, de los cables de 30 kV en el cubículo de estos, también dispondrán de tapa inferior con su correspondiente pasatapas.

Características generales para la altitud del emplazamiento:

- Intensidad nominal en servicio continuo en barras: mínimo 1.250 A
- Intensidad nominal en servicio continuo conexiones: 630/1.250 A
- Tensión nominal de funcionamiento: 30 kV
- Tensión más elevada para el material: 36 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 70 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo: 170 kV
- Intensidad nominal de corte: 25 kA
- Intensidad nominal de corta duración: 65 kA
- Grado de protección: IP65
- Instalación: Interior
- Accesorios generales: señalización, detectores de presión SF6, enclavamientos presencia tensión, etc.

Las celdas de 30 kV tendrán las siguientes funciones:

Celdas de Línea

Estas celdas son las encargadas de recoger la energía de los sistemas colectores de las instalaciones de generación e interconectar los tres centros de seccionamiento entre sí, así como agrupar la generación antes de transportarla hasta la SET La Higuera 30/132 kV mediante la línea subterránea de evacuación de 30 kV:

- ✓ Cinco (5) celdas (una (1) de reserva) con el siguiente equipo eléctrico:
  - Interruptor automático fijo de corte SF6, mando eléctrico y bobinas a 125 Vcc de 630A.
  - 3 Transformadores intensidad de protección 300-600/5-5 A, 15VA cl. 0´5s, 15VA cl. 0,5-5P20
  - Relés de protección 50/51-50/51N y relé de rearme manual 86 y eléctrico.
  - Analizador de redes 4 cuadrantes con comunicación RS-485.
  - Seccionador de tres posiciones (abierto, cerrado, puesta a tierra) de 630 A.
  - Resistencia de ferroresonancia y detectores de tensión.
- ✓ Siete (7) celdas (una (1) de reserva) con el siguiente equipo eléctrico:
  - Interruptor automático fijo de corte SF6, mando eléctrico y bobinas a 125 Vcc de 1.250A.
  - 3 Transformadores intensidad de protección 500-1.000/5-5 A, 15VA cl. 0´2s, 15VA cl. 0,5-5P20
  - Relés de protección 50/51-50/51N y relé de rearme manual 86 y eléctrico.
  - Analizador de redes 4 cuadrantes con comunicación RS-485.
  - Seccionador de tres posiciones (abierto, cerrado, puesta a tierra) de 1.250 A.
  - Resistencia de ferroresonancia y detectores de tensión.
- ✓ En cada uno de los grupos de celdas (tres, uno por centro de seccionamiento), se instalará un transformador de tensión trifásico en barras, con las siguientes características:
  - 3 transformadores de tensión para medida 30.000/√ 3 // 110/√ 3 // 110/√3 // 110/3, 25 VA, cl. 0´2, 25 VA, cl 0´5-3P, 50 VA, cl 3P.

Celda de salida a transformador de Servicios Auxiliares.

- ✓ Una (1) celda con el siguiente equipo eléctrico:
  - Ruptofusible adecuado para la protección del transformador de servicios auxiliares:
    - Interruptor-Seccionador en carga tripolar, de 36kV, 200 A y 25 kA.
    - Fusible de 10 A, 36 kV.

Todos los interruptores, además de bobinas de cierre y disparo, llevarán de mínima tensión a 125 Vcc. La motorización será a 220 Vca y, en algunos casos, a 125 Vcc.

Se preverán contactos auxiliares para el telemando, así como selectores, pulsadores, bornas, magnetotérmicos, etc., necesarios para un correcto funcionamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

#### 6.4.1.1.2 Transformador de Servicios Auxiliares

Transformador de alimentación al cuadro de servicios auxiliares del edificio eléctrico y de control del proyecto, conectado al embarrado de 30 kV del centro de seccionamiento común (híbrido) y protegido por celda de ruptofusibles.

Transformador trifásico, seco encapsulado en resina epoxi, para interior, con las siguientes características principales:

- Refrigeración natural tipo AN (al aire).
- Clase térmica: F (Tª del punto más caliente 155 ºC, máximo calentamiento 100 K)
- Tensión de aislamiento: 36 KV.
- Potencia nominal: 50 KVA.
- Relación de transformación: 30.000 ± 2,5% ± 5% + 7´5% V/400-230 V.
- Regulación en Vacío.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Impedancia de cortocircuito: z = 4 %.
- Neutro directo a tierra en BT.

El transformador será adecuado para su funcionamiento continuo, alojado en el interior de un edificio bien ventilado, con envolvente de protección IP-31.

Tanto las conexiones primarias como las secundarias se harán mediante cable aislado.

El transformador llevará sonda de temperatura que dé la señal de alarma al sistema de control. Los elementos auxiliares de control del transformador irán cableados hasta unas regletas de bornas terminales claramente identificadas, en las que se efectuarán las conexiones exteriores.

El transformador dispondrá de los siguientes accesorios principales:

- Ruedas biorientables.
- Cáncamos de elevación.
- Tomas de puesta a tierra.
- Placa de características.
- Señal de “Peligro eléctrico”.
- Dispositivo de protección térmica (sondas).
- Bornas.

#### 6.4.1.1.3 Cuadro de servicios auxiliares

Existirá un Cuadro de Servicios Auxiliares que se alimentará del transformador de servicios auxiliares.

Este cuadro dispondrá de las salidas necesarias para alimentación de los consumos en baja tensión, entre otros: cuadros de protección, mando de centro de seccionamiento, equipo rectificador-batería, cuadros generales de alumbrado y fuerza, y calefacción de celdas de 30 kV, etc. Constará de barra partida servicios esenciales y no

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

esenciales, con reconectadores para los primeros 10 reintentos en la barra de servicios esenciales y analizador de redes con RS-485 (2 Uds.).

#### 6.4.1.1.4 Control, protección y medida

Los equipos instalados en la sala eléctrica deberán quedar debidamente cableados a los paneles de control y protección. De igual forma, los armarios de contadores deberán cablearse a los transformadores de medida de los centros de seccionamiento, destinados a la medida oficial.

La instalación de estos paneles será interior en edificio, situados directamente en el suelo, con unas dimensiones aproximadas de 800 x 800 y 2.000 mm de altura, cada módulo.

En el frente del panel de control se dispondrá de un esquema sinóptico coordinado con los conmutadores de símbolo y mando, con funciones panel- remoto, manual- auto y pulsadores de emergencia, bloqueo y rearme.

Los relés de protección de las celdas de 30 kV se instalarán en el cubículo de control y protección de las mismas celdas, no instalándose paneles de protección adicional para estas protecciones. Todas las celdas deberán contar con un analizador de red, pudiendo estar integrado dentro de la protección digital de control de cada una de las celdas. Indistintamente de esto, las medidas de dichos analizadores deben de ser accesibles desde la UCS.

Los niveles de tensión a que trabajarán los diferentes circuitos de control serán:

Circuitos de control……125 Vcc±10%-20%

Circuitos de medida (tensión)……...110 Vca - 50 Hz

Circuitos auxiliares de CA……400 / 230 V - 50 Hz±10%

El control será de rearme automático, excepto que se bloquee algún elemento, que será armado en manual según los casos.

En lo que a la medida se refiere, desde la celda la celda destinada a tal fin de cada uno de los tres centros de seccionamiento, concretamente desde los transformadores de medida de la misma, se cableará hasta el armario de contadores de cada instalación (3 unidades compuestas por equipos de medida principal y comprobante de la instalación fotovoltaica, eólica y la instalación común). Dichos armarios dispondrán de los contadores de facturación o medida fiscal y modem para la telemedida, de acuerdo con los requerimientos de i-DE (Grupo Iberdrola) y Red Eléctrica de España.

Las funciones de protección incorporadas en los relés de protección de las celdas de 30 kV serán inicialmente las siguientes:

- 50-51, sobrecorriente instantánea y temporizada de fase
- 50N-51N, sobrecorriente instantánea y temporizada de neutro
- 50S-62, falla de interruptor
- 27, baja tensión
- 3, supervisión de las dos bobinas de apertura

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 6.4.1.1.5 Equipo rectificador batería 125 Vcc y cuadro de distribución

Para la tensión de corriente continua se instalarán dos equipos 100% redundantes rectificador-batería de 125 Vcc, así como dos cuadros de distribución de 125 Vcc, de capacidad correspondiente al diagrama de solicitaciones definitivo.

Desde estos cuadros se dará doble alimentación a todos los servicios (control, fuerza y protecciones). Será un sistema aislado de tierra y se dispondrá de un localizador de defectos a tierra que permita definir automáticamente cuál es la salida en falta. Las baterías serán de Ni-Cd.

El bastidor metálico dispondrá de bandejas extraíbles y será a base de perfiles galvanizados en caliente y tejadillos y paneles desmontables que le den protección contra los agentes exteriores.

Los dos equipos de 125 Vcc funcionan ininterrumpidamente y durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.

En caso de fallo de la alimentación de CA los equipos serán totalmente autónomos y por tanto capaces de funcionar con esta alimentación sin vigilancia especial.

En ambos cuadros, cada servicio está compartimentado independientemente y tiene su acceso frontal a través de las puertas con cerradura en las que se ha fijado el esquema sinóptico.

El dimensionamiento de cada uno de los dos conjuntos rectificador-baterías serán para 8 horas de funcionamiento de todos los equipos que alimentan, haciendo frente a los amperios permanentes de los consumos atendiendo al diagrama de solicitaciones. Llevará contactor a la salida que, a través del relé de mínima tensión de batería, impide la descarga total de la misma. Como mínimo será de 70 A cargador y 70 Ah batería.

La tensión de los circuitos auxiliares de los circuitos de control en corriente continua serán 125 Vcc + 10% - 20%.

Además de los equipos mencionados anteriormente se instalará dos fuentes de alimentación conmutada para los equipos de comunicaciones, que se alimentará a la tensión de 125 Vcc.

En el frente del armario correspondiente al compartimento de cada rectificador se dispondrá de los siguientes elementos de control:

- 1 amperímetro magnetoeléctrico con shunt para la medida de la corriente suministrada por el rectificador.
- 1 botón pulsador para el circuito amperimétrico.
- 1 voltímetro magnetoeléctrico para la medida de la tensión en bornas de las baterías.
- 1 selector de rectificador seleccionado (uno solo para los dos rectificadores).
- 1 interruptor de dos (2) posiciones para selección del tipo de carga.
- 9 lámparas de señalización grabadas que señalizarán las siguientes incidencias:
    - Tensión máxima de batería (temporizada 10 s).
    - Tensión mínima de batería (temporizada 10 s).
    - Falta de c.a. de alimentación (temporizada 10 s).
    - Flotación.
    - Carga normal.
    - Carga excepcional.
    - Fallo del rectificador o alternativamente tensión mínima de flotación (temporizada 30 s).
    - Tierra en batería.
    - Falta de tensión en c.c.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 00133

Las baterías serán estancas, alcalinas (capaces de admitir descargas y recargas totales), compuestas por elementos de cadmio-níquel en vasos de plástico duro; colocados dentro de un armario metálico, sobre bandejas extraíbles o estantes escalonados.

En presencia de corriente alterna, el rectificador en servicio suministrará, por una parte, la intensidad permanente según el diagrama de solicitaciones, y por otra, la corriente de mantenimiento o la carga normal necesaria de la batería. Además, el equipo rectificador-batería será capaz de soportar las puntas indicadas en el diagrama de solicitudes.

El rectificador en servicio alimentará a la batería en régimen de flotación con un valor de tensión estabilizada.

#### 6.4.1.1.6 UPS (Tensión Alterna Segura)

Equipo de tensión segura que constará de rectificador, batería, inversor y cuadro de distribución de capacidad correspondiente al diagrama de solicitaciones definitivo, con inversor senoidal a 230 Vca, tendrá barra de distribuciones de 230 Vca con salidas protegidas y batería de Ni-cd.

Dispondrá de los elementos de medida y protección adecuadas al servicio esperado.

Este equipo está destinado a alimentar los equipos de comunicaciones y de telecontrol y tendrá reserva de corriente al menos para 4 horas. El consumo estimado será de, aproximadamente, 1.250 W, a 230 Vca, 100 Ah, y llevará contactor para evitar la descarga por debajo de la tensión mínima de batería, debiéndose ser verificada en los cálculos del proyecto constructivo en función de los consumos a los que alimente finalmente.

#### 6.4.1.1.7 Comunicaciones

Las comunicaciones internas entre los diferentes equipos de los centros de seccionamiento deberán ser por cable Ethernet de categoría 5e, dejando el uso de cables de Fibra Óptica para las comunicaciones externas del edificio.

Para albergar el sistema de comunicaciones del proyecto, el Contratista suministrará un bastidor que será destinado para el uso de las comunicaciones externas, con un tamaño estándar para el uso de comunicaciones tamaño Rack de 19" y de 2 m de alto con un zócalo de 10 cm. El bastidor dispondrá de ventilador de la parte superior con un sistema automático de marcha y paro.

Dicho bastidor vendrá dotado con al menos 4 bandejas para la instalación de los equipos de las compañías de comunicaciones. Así como al menos tres zapatillas de enchufes Rackeable, para enchufes tipo schuko. Irá dotado con al menos tres automáticos, uno de entrada al rack, uno para los enchufes y otro para el ventilador. La alimentación de dicho bastidor se realizará desde el sistema de UPS.

También se suministrará un Firewall Fortigate 200E, El Firewall será gestionable de capa 3, con al menos 16 puertos., también instalará un emisor Wifi, que permitirá el acceso a Internet.

#### 6.4.1.1.8 Equipo de protección personal y maniobra

Estará compuesto por:

- ✓ Guantes aislantes.
- ✓ Banqueta Aislante.
- ✓ Pértiga de salvamento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.coitim.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 30130

- ✓ Placas de peligro y primeros auxilios.
- ✓ Extintores contra incendios en sala eléctrica, edificio de control y parque intemperie.
- ✓ Llaves de las celdas de $SF_6$.

#### 6.4.1.1.9 Instalaciones auxiliares

El edificio eléctrico de la subestación llevará las siguientes instalaciones auxiliares:

- ✓ Sistema de Alumbrado y Tomas de Corriente.
- ✓ Sistema de detección de incendios.
- ✓ Sistema de protección contra intrusos.
- ✓ Sistema de Ventilación / Aire Acondicionado / Calefacción.
- ✓ Sistema de distribución de puesta a tierra.
- ✓ Sistema de video vigilancia.

El alumbrado normal del edificio eléctrico del parque se realizará con luminarias LED de 2 x 18 W y el alumbrado de emergencia se realizará con lámparas LED de 11 W, mínimo, con batería incorporada.

Se dispondrá un sistema de alumbrado de señalización de socorro, mediante bloques autónomos.

Se instalarán tomas de corriente monofásicas (F+N+Tierra) a 230 V, 50 Hz para mantenimiento. Las tomas de corriente a instalar serán de 16 y 32 A.

Además, se instalarán dos tomas trifásicas de 16 A en el almacén.

Las instalaciones de alumbrado y tomas de corriente se realizarán con cables unipolares de cobre, tensión de aislamiento 750 V, tendidos bajo tubo Pg de acero y cajas de chapa de acero o fundición de aluminio en la sala eléctrica.

Sistema de distribución de puesta a tierra. Partiendo de la red de tierras exterior se hará una distribución en anillo con cable de Cu de 70 $mm^2$ con las secciones adecuadas a todos los equipos interiores del edificio.

El sistema de Ventilación / Aire Acondicionado / Calefacción se diseñará para que el edificio (tenga en su interior una temperatura de 16 ºC en invierno y de 25 ºC en verano, con 4 renovaciones de aire por hora). Se instalará un equipo de aire acondicionado en la Sala de Control (bomba de calor) y en la Sala Eléctrica un equipo de ventilación y extracción de calor.

Estos sistemas se alimentarán a 400 / 230 V del Cuadro de Servicios Auxiliares.

#### 6.4.1.1.10 Unidad de Control de la Sala Eléctrica (UCS)

El sistema de control será de tipo digital. El control de las posiciones se integrará en el sistema de control integrado de de los Centros de Seccionamiento (UCS), el cual a su vez se encuentra conectado con el sistema de control de las instalaciones de generación.

Toda la información a recoger de cada uno de los equipos que forman la sala eléctrica se puede clasificar en cuatro tipos de señales:

- ED (Entradas Digitales): indicaciones, alarmas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

- EM (Entradas de Medida).
- EC (Entradas Contactoras).
- SD (Salidas Digitales): mandos/órdenes.

Las listas de señales más frecuentes son:

**Entradas digitales:**

- Indicación de posición (abierto/cerrado) de equipos.
- Indicación reenganche fuera de servicio.
- Alarmas por disparo de todas las alimentaciones.
- Si existiera equipo de teledisparo, se incluirán las señales de emisión/recepción de teledisparo, alarmas propias del equipo de teledisparo y de disparo de alimentación (magnetotérmico).
- Fallo de comunicación de la UCP (unidad de control de posición).
- Alarmas propias del transformador de potencia.
- Disparo relé 86.

**Salidas digitales:**

- Orden de posición (apertura/cierre) de interruptor, seccionadores, bobinas de disparo, etc.
- Reenganche en servicio/fuera de servicio.

**Entradas de medida:**

- Medida de intensidad/ tensión fases 0, 4 y 8.
- Potencia activa y reactiva.
- Demás entradas analógicas desde convertidores.
- Indicación de distancia a la falta (si existe protección de distancia).

La jerárquica de autorización de mando es Remoto, Local y Mantenimiento. En el caso del mando local se permite actuaciones desde la UCS.

La instalación deberá diseñarse para poder realizar telegestión de la misma.

Desde cada relé de protección se podrá controlar y actuar localmente sobre la posición asociada, y desde las UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general.

Tanto la UCS, como cualquier otro dispositivo que disponga de HMI, bien sea o no táctil, deberá disponer de teclado y ratón integrado en el bastidor.

La información disponible en la red local será como mínimo:

- 1 pantalla unifilar general.
- Subdivisiones de esta:
    - Lado 30 kV.
    - Servicios auxiliares.

Estas páginas contendrán las medidas y señalización relevante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Datos históricos de medidas, alarmas etc. numéricos.
- Datos históricos de gráficos, tendencias de medidas.
- Pantallas de alarmas activas.

Se instalará y dejará programado un sistema de aviso – parada para comunicar con los móviles de mantenimiento a través de un sistema de mensajes cortos SMS.

Al situarse sobre el unifilar y actuar con el ratón sobre cualquier interruptor, equipo de medida, etc, se desplegará una ventana en la que podrá visualizar/ actuar sobre las siguientes funciones:

- Visualizar los datos esenciales.
- Efectuar órdenes (si procede).
- Leer las medidas instantáneas (si procede).
- Ver la señalización correspondiente (si procede).

#### 6.4.1.1.11 Sistema Fibra Óptica

El cableado de F.O. procederá de dos zonas distintas, línea subterránea de 30 kV, de características monomodo, y de la red subterránea de 30 kV, monomodo también. Ambas redes se prolongarán y terminarán totalmente conexionadas en una caja de conectorización dentro del panel de telemando de la sala eléctrica del proyecto.

Las características de la F.O. MONOMODO serán tipo 9/125 OS2 o bien las especificadas por el fabricante de los aerogeneradores.

Del sistema MONOMODO que discurre por la línea subterránea de 30 KV, se traerán 8 F.O. desde la caja situada en la sala eléctrica hasta la caja de centralización de fibra situada en la Subestación La Higuera.

### 6.4.1.2 Sala de Control

Sala destinada a la supervisión y control de las instalaciones del proyecto y distribuida en los siguientes espacios:

- Un **despacho**, donde se situarán dos puestos de control y en donde estará instalada la estación de supervisión y control de aerogeneradores y planta fotovoltaica para la conexión al sistema de Control Central. También dispondrá de una zona de reunión en el mismo espacio para 6 personas.
- Un **aseo** de dos piezas.
- Un **almacén** que sirve de zona de acopio de material del despacho.

### 6.4.1.3 Sala de Mantenimiento/Almacén/Sala de Residuos

Formado por dos espacios con accesos independientes desde el exterior, se distribuye de la siguiente manera:

- La **Sala de Mantenimiento** propiamente dicha, que dispondrá del espacio suficiente para la correcta conservación de las instalaciones durante la vida útil del proyecto y que estará organizada en:
  - Un área de trabajo para el personal de mantenimiento realizará las reparación y actuaciones necesarias con amplitud de maniobra y seguridad.
  - Un área de acopio de material necesario (al menos dispondrá del material crítico) para realizar las tareas de mantenimiento optimizando el tiempo de actuación lo máximo posible.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302

- La **Sala de Residuos**, en donde se almacenarán todos los residuos generados durante la explotación del proyecto (ya sean sólidos o líquidos en contenedores) y que dispondrá de un foso en el punto de menor cota del suelo de esta sala para la recogida de cualquier derrame que se pueda producir en la misma.

## 6.5 RED DE TIERRAS GENERAL

La red de tierras se ha diseñado con dos finalidades: primera, la seguridad del personal que tenga acceso a la instalación y, segunda, la obtención de una buena unión eléctrica con la tierra, que garantice un óptimo funcionamiento de las protecciones.

Se establecerá un sistema de tierras único que constituirá la red general de tierras del parque y que estará formado por los siguientes subsistemas unidos entre sí:

- Red de tierras del sistema de generación fotovoltaica.
- Red de tierras del sistema de generación eólica (según especificaciones del fabricante de los aerogeneradores).
- Red de tierras del sistema colector.
- Red de tierras del edificio eléctrico y de control.
- Red de tierras de la línea de evacuación subterránea.

### 6.5.1 RED DE TIERRAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

La Planta Fotovoltaica cuenta con un sistema de tierra único que se constituye en base a un anillo de cable de cobre desnudo y picas. La sección del cableado utilizado en el sistema de puesta a tierra se calculará, en fases más avanzadas de la ingeniería de detalle, de acuerdo con la resistividad del terreno y a la legislación vigente aplicable, siendo siempre de una sección igual o superior a 50 mm² para el conjunto de la Planta Fotovoltaica y 95 mm² para el anillo de cada centro de transformación.

Se ha considerado que todos los componentes metálicos de la instalación están conectados a tierras de protección. Se entenderá por tierra de protección a la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito activo, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada. Su finalidad es proteger a las personas contra tensiones de contacto peligrosa.

Partiendo de dicha consideración, los módulos fotovoltaicos se conectarán a la red de tierra a través de su marco de aluminio. La estructura será puesta a tierra usando distintos puntos para facilitar la disipación de las derivaciones y la equipotencialidad entre partes. Sin embargo, el seguidor solar no es necesario conectarlo a tierra puesto que se ha diseñado para que con los perfiles hincados sea suficiente; aunque en caso de ser necesario, la ubicación de la puesta a tierra de los perfiles se realizará por lo menos a 20 cm del suelo. Estructuras metálicas, cuadros eléctricos, inversores, y demás elementos quedarán conectados a dicha red de tierra.

Se debe diseñar un sistema de puesta a tierra para el marco de aluminio de los módulos, el marco metálico de los inversores y las cajas seccionadoras, la protección ofrecida por una tierra se logrará mediante una puesta a tierra individual por cada equipo protegido, o bien, mediante una puesta a tierra común y un conductor al cual se conectarán los equipos protegidos.

Toda zanja para tendido de cables de potencia, bien sea en corriente continua o corriente alterna, lleva tierra de acompañamiento. Se unirá en forma de malla, incluso con la red de tierra perimetral, que se requiere para alimentar las

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

cámaras de seguridad y para poner a tierra la malla perimetral. En todas las arquetas que se utilicen para alimentar las cámaras de seguridad, se instalará una pica de puesta a tierra y se realizará una conexión a la valla perimetral.

Todas las derivaciones desde la red de tierras enterradas se realizan con la misma sección mediante soldaduras cadweld. Los conductores de cobre desnudo enterrado, aunque se definirá en fase de ingeniería de detalle, tendrán al menos 35 mm² de sección, aunque dicha sección deberá verificarse mediante cálculo y deberá cumplir con la reglamentación vigente en el momento de la puesta en marcha de la instalación.

Para realizar la puesta a tierra de los perfiles de los seguidores, se utiliza el cable de tierra que se lleva en las zanjas del cableado de continua, pero para cerrar la malla es necesario realizar una zanja que solamente contenga el cable de tierra que una la puesta a tierra de las diferentes agrupaciones de seguidores, estas zanjas se realizarán uniendo todas las agrupaciones de colectores que se realicen.

La red de tierras se ha diseñado con dos finalidades, la seguridad del personal que tenga acceso a la instalación y la obtención de una buena unión eléctrica con la tierra, que garantice un óptimo funcionamiento de las protecciones.

Cada módulo se une a la red mediante un latiguillo a un cable de cobre desnudo, el cual luego se conecta a la estructura en alguno de sus perfiles hincados.

En el caso de las estructuras metálicas de los inversores, éstas se conectan a tierra directamente donde la malla de tierras une la tierra de protección, con la tierra de servicio y el neutro del transformador.

Se entenderá por tierra de servicio la puesta a tierra de un punto de la alimentación, en particular el neutro del empalme en caso de instalaciones conectadas en BT o el neutro del transformador que alimente la instalación en caso de empalmes en media, alimentados con transformadores monofásicos o trifásicos con su secundario conectado en estrella.

Como se mencionó anteriormente, la malla de tierras que se coloca debajo de los centros de transformación actuará como tierra de servicio y además como tierra de protección.

### 6.5.2 RED DE TIERRAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN EÓLICA

La puesta a tierra de protección de la torre y del equipo en ella montado contra descargas atmosféricas y defectos de aislamiento del sistema será realizada s/especificaciones del fabricante de los aerogeneradores.

Cada aerogenerador se pondrá a tierra por medio de un cable de cobre de una sección mínima de 70 mm², en forma de dos anillos, uno inferior bajo la zapata y otro sobre la base de hormigón. A cuatro puntos de este anillo se unen cuatro picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro como mínimo, hasta conseguir una resistencia de paso en torno a los 2 ohmios. Este anillo se unirá a la red de tierras del sistema colector de recogida de potencia.

En caso de que no fuesen suficientes los anillos y picas indicadas, se reforzarán en base a perforaciones u otros sistemas de puesta a tierra (P.A.T.)

### 6.5.3 RED DE TIERRAS DEL SISTEMA COLECTOR DE RECOGIDA DE POTENCIA

La red de tierras del sistema colector estará formada por la red que unirá los aerogeneradores entre sí y los centros de transformación de la planta fotovoltaica con los Centros de Seccionamiento en la Sala Eléctrica.

Se tenderá un cable de cobre desnudo de 50 mm² enterrado en la capa inferior de las zanjas abiertas para los cables de potencia, véase el plano nº PHAL-5.3, que servirá de refuerzo al de 25 mm² que incorporan todos los cables unipolares de 30 kV.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

Este cable de cobre desnudo, con derivaciones de la misma sección se unirá mediante soldaduras cadweld y grapas a la red de tierras de cada subsistema (sistemas generadores y edificio eléctrico y de control).

### 6.5.4 RED DE TIERRAS DEL EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

Esta red de tierras se ha diseñado con dos finalidades, la seguridad del personal que tenga acceso a la instalación y la obtención de una buena unión eléctrica con la tierra, que garantice un óptimo funcionamiento de las protecciones.

Existirá una red de tierra general compuesta por un cable perimetral de cobre desnudo de 70 mm2 enterrado a una profundidad de 0,8 m mínimo. La red se completa con picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro. De éstas 2 serán con puente de seccionamiento para prueba.

Las derivaciones desde la red general se harán con soldaduras tipo cadweld para uniones enterradas y con grapas y terminales del lado de los equipos, cuadros y bandejas en su caso, cierre exterior estructura metálica etc y en parte discurrirán por los canales de cable. En este punto se clavarán dos picas de puesta a tierra de acero cobrizado, de 3 m de longitud y 24 mm de diámetro para colocar en una arqueta de registro. El valor de resistencia será inferior a 2 Ω.

### 6.5.5 RED DE TIERRAS DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA

En caso de ser necesaria, y según los resultados del estudio previo del terreno, se realizará una red de tierras en la línea de evacuación que unirá el edificio eléctrico y de control del proyecto y la subestación transformadora La Higuera 30/132 kV.

Se tenderá un cable de cobre desnudo de 50 $mm^2$ enterrado en la capa inferior de la zanja abierta para los cables de la línea de evacuación, en la misma configuración del sistema colector que indica el plano nº PHAL-5.3, que servirá de refuerzo al de 25 $mm^2$ que incorporan todos los cables unipolares de 30 kV.

Este cable de cobre desnudo, con derivaciones de la misma sección se unirá mediante soldaduras cadweld y grapas a la red de tierras de cada subsistema (la del edificio eléctrico y de control y de la subestación transformadora).

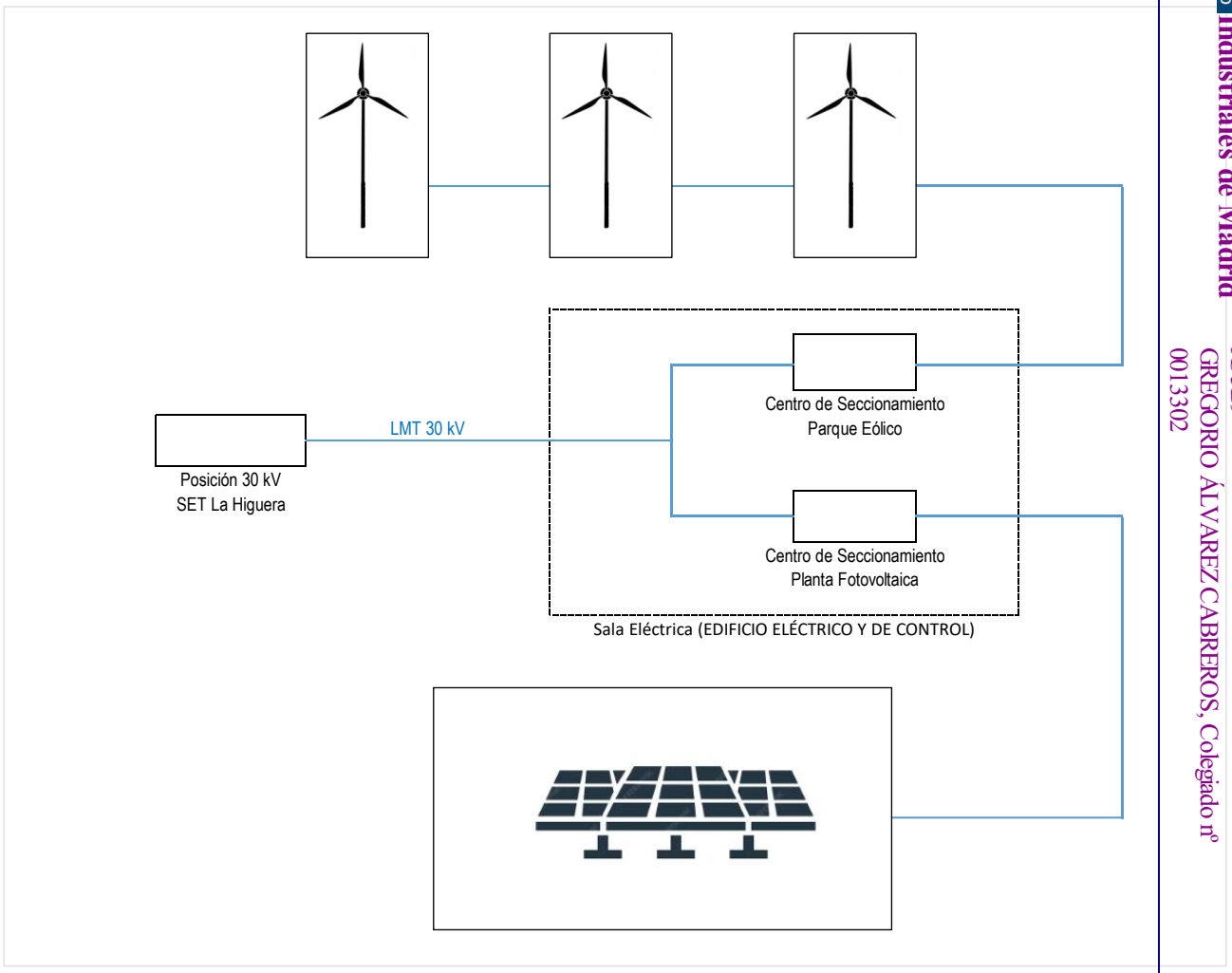
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 7 SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DEL PROYECTO HÍBRIDO ALCORNOQUE

## 7.1 RED DE COMUNICACIONES DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN

Para permitir la comunicación entre los distintos sistemas de generación (aerogeneradores y módulos fotovoltaicos), y el centro de control de la SET La Higuera 30/132 kV se ha diseñado una red que garantice el flujo de información.

Esencialmente, la red de comunicaciones sigue el siguiente esquema básico:




### 7.1.1 RED DE COMUNICACIONES EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA

#### 7.1.1.1 Comunicaciones entre seguidores y unidades de control

Los motores de los sistemas de seguimiento solar se encuentran gobernados por la unidad de control, que proporciona la capacidad autónoma que garantiza el movimiento y el seguimiento de los módulos de un seguidor. Adicionalmente se dispondrá de un sistema de monitorización de strings.

Por su parte, estas unidades de control se encuentran gobernadas en la unidad de centralización, que permite la conexión remota y proporciona el control para mantener condiciones de seguridad en todos los seguidores conectados a la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Se dispondrán tantas unidades de centralización como sean necesarias para garantizar el movimiento de los seguidores a través de su unidad de control. El número y ubicación de las unidades de control se definirá en fases posteriores de la ingeniería.

La comunicación entre los seguidores y el sistema de control y monitorización SCADA del proyecto (situado en la sala de control) será inalámbrica, dotando a la instalación de los repetidores necesarios para garantizar la señal en todo momento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133092
VISADO

#### 7.1.1.2 Comunicaciones entre inversores de string y centros de transformación

Se implantará un sistema de monitorización de todas las variables a controlar de cada uno de los inversores de strings para el correcto funcionamiento de la planta desde la unidad de control centralizada situada en la sala de control.

Para lograr este objetivo, se realizará la conexión de cada uno de los inversores de string a un sistema de control propio ubicado en el centro de transformación del bloque de potencia al que está asociado mediante un cable serie que irá enterrado en la zanja junto al cable de alimentación de dicho inversor.

#### 7.1.1.3 Red de comunicaciones entre centros de transformación

Los centros de transformación, como ya se ha indicado anteriormente cuentan con su propio sistema de control autónomo, que se comunica con el sistema de control central del Proyecto a través de la red de comunicaciones de fibra óptica de 8 fibras.

El sistema de control de cada centro de transformación agrupa la información del propio centro de transformación, como son las diferentes variables del transformador (niveles de tensión, potencia, intensidad, etc.).

La estructura del sistema de comunicaciones consiste en enlazar cada uno de los centros de transformación hasta llegar al centro de seccionamiento. Para ello se conectarán entre si un máximo de 4 centros de transformación buscando optimizar la longitud de cable de fibra óptica, por lo que se realizan 2 circuitos de comunicación entre los distintos centros de transformación que enlazan con la sala eléctrica del edificio del proyecto, donde se dispone el centro de control de la Planta Fotovoltaica (ver Plano PHAL-04.2). El tendido de fibra óptica se realiza por las mismas zanjas por la que discurren los cables de potencia.

La conexión de las fibras, tanto en los centros de transformación como en el centro de seccionamiento, se realiza a través de cajas de conexión. Todos los sistemas de conexión de fibra óptica cuentan con terminales ópticos de reserva de forma que se garantice la posibilidad de realizar conexiones de nuevos equipos o sistemas en el futuro.

### 7.1.2 RED DE COMUNICACIONES DE LOS AEROGENERADORES.

Cada uno de los aerogeneradores cuenta con su propio sistema de control autónomo, que se comunica con el sistema de control global del proyecto a través de una red de comunicaciones que se especifica a continuación.

Para permitir la comunicación entre la estación de mando y cada uno de los aerogeneradores que componen el parque se realizará una red tipo bus mediante cables de fibra óptica (FO), tendido por las mismas zanjas que los cables de potencia.

La estructura interna del parque consiste en enlazar un aerogenerador con el siguiente hasta llegar al centro de seccionamiento. El cable de FO que une los aerogeneradores, será de 8 fibras tipo 9/125 OS2, Monomodo, siendo 2 de estas fibras de reserva.

### 7.1.3 RED DE COMUNICACIONES DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN.

Todos los circuitos de FO que recogen todas las señales del proyecto, tanto de los centros de transformación de la planta fotovoltaica como de los aerogeneradores y las torres meteorológicas, más los circuitos de los propios centros de seccionamiento asociados a cada instalación, se agrupan en la Sala de Control del proyecto por medio de switch o hub y desde donde se conecta el sistema del SCADA redundante.

Para conectar el edificio eléctrico y de control del proyecto con la sala de control de la subestación La Higuera 30/132 kV se utilizará un cable de fibra óptica tipo 9/125 OS2, monomodo. Dicho cable se enterrará en la misma zanja donde se instalará el doble circuito subterráneo de la línea de evacuación en la misma configuración que el sistema colector que el parque eólico y que viene descrito en el plano PHAL -05.3.

## 7.2 SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN

El Proyecto Híbrido Alcornoque dispone en la Sala de Control de un sistema de control y monitorización, tipo SCADA (Sistema de Control, Supervisión y Adquisición de Datos) redundante que permite la captación, monitorización, almacenaje y funciones de operación del proyecto. Serán tipo Rack e irán instalados dentro de un panel para cada una de las instalaciones.

El SCADA está compuesto por hardware y software, servidores de planta, la instrumentación de campo, las estaciones de medición y todos dispositivos de comunicación diseñados para la monitorización local y remota, histórico de datos, interfaz de usuario para el sistema de control, y operación de la planta y del parque.

El sistema recibe información a tiempo real de todos los aerogeneradores, seguidores, inversores de string, sistemas de monitorización, control, medida y protección, incluyendo las estaciones de medición y la Subestación Transformadora 30/132 kV.

El SCADA es el sistema central de control y comunicación de los dos sistemas generadores, de la planta y del parque, desde la que se controlan y operan los mismos, local y remotamente. Para ello emplea controladores locales industriales, una interfaz hombre-máquina y una base de datos histórica en el emplazamiento.

El software de control del sistema se diseña de forma que sea compatible con los diferentes hardware que componen el Proyecto Híbrido y la Subestación Transformadora, los centros de seccionamiento y las torres meteorológicas. Adicionalmente, el sistema SCADA está dotado de un servidor web que permite la visualización de las diferentes pantallas de control de la planta de forma externa.

La localización e instalación del SCADA y de todos los componentes del mismo en la Sala de Control, se ha diseñado de forma que se garantice la temperatura de los componentes electrónicos dentro de las condiciones medioambientales recomendadas por el fabricante, generalmente entre 20ºC y 24ºC, instalándose para ello calefacción y aire acondicionado si fuese necesario.

El sistema de control se alimenta a través de un sistema de alimentación ininterrumpido (SAI) redundante, de forma que se garantiza su funcionamiento. El segundo sistema estará siempre en “hot stand-by”, de forma que el fallo en una de las redes no reduce la disponibilidad de ninguno de los componentes ni degrada las prestaciones del sistema. El sistema de alimentación está dimensionado para la alimentación de la electrónica y de las salidas digitales. Ambos SAI cuentan con capacidad suficiente para mantener alimentación de reserva, para posibles elementos futuros.

En el caso en el que se produzca un fallo de la alimentación del sistema de control, el SCADA:

- Llevará todas las salidas (analógicas y digitales) a la posición segura programada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133(...)
VISADO

➢ Almacenará la configuración del sistema o ejecutará un rearme automático sin intervención del operador, al tiempo que mantiene todas las salidas en posición segura.

## 7.3 SISTEMA DE CONTROL CENTRAL

Toda la instalación del proyecto estará supervisada por un sistema de control global, basado en "hardware" y "software" especialmente orientado a aplicaciones híbridas. El sistema es flexible para adaptarse a distintas configuraciones, se basa en la salida de datos en gráficos, interacción amigable con el usuario, actualización continua de los datos y seguridad en la transmisión y almacenamiento de datos.

Existirán tres estaciones o puestos de supervisión y mando situadas en el edificio de control (sala de control) en la Subestación la Higuera, en la sala de control del edificio eléctrico y de control del proyecto, y una tercera en un ordenador portátil que centralicen toda la información.

**Estación de supervisión y mando de sistemas de generación, centros de seccionamiento y estaciones de medición.**

Desde la estación de mando se podrá supervisar, mediante la visualización de pantallas incluidas en el software de control y mando del sistema, los parámetros de funcionamiento de:

- Todos los equipos de la planta fotovoltaica (cada seguidor, inversor de string y centro de transformación incluyendo estaciones meteorológicas y centro de seccionamiento asociado, así como el comportamiento global de la planta, todo ello a tiempo real. Asimismo, se pueden modificar los parámetros del programa que gobierna el funcionamiento de la planta como la posición de los seguidores, etc. Las funciones a realizar en el CT se describen en esta memoria de forma resumida.
- Todos los aerogeneradores, estación meteorológica y centro de seccionamiento asociados al parque eólico así como el comportamiento global del parque, todo ello en tiempo real. Asimismo, se pueden modificar los parámetros del programa que gobierna el funcionamiento de la turbina y dar órdenes básicas como parada, rearme, etc.

**Estación de supervisión y mando sita en el Centro de Control de la subestación "La Higuera" 30/132 kV**

A través del cable de FO que comunica la sala eléctrica del proyecto con el servidor situado en el centro de control de la SET La Higuera, donde se vuelca toda la información en tiempo real, tanto del sistema propio de la subestación 30/132 kV (Lado abonado), planta fotovoltaica, aerogeneradores, torre meteorológica y centros de seccionamiento del proyecto, visualizar, controlar y operar, mediante un sistema distribuido de control (éste y otros proyecto), el estado de todo el sistema eléctrico y enviar las órdenes precisas de apertura o cierre de interruptores cuando sea necesario, ordenes de parada y arranque de aerogeneradores o bloques de potencia fotovoltaicos, etc.

**Estación de supervisión y mando remoto**

Se instalará en un ordenador portátil todos los programas y licencias para poder operar a distancia de la misma forma que se hace la estación de supervisión y mando instalada en la sala de control del proyecto, por lo que el ordenador tendrá un módem, incorporado en el mismo, en el que se instalará una tarjeta de telefonía móvil con tecnología GPRS.

Cada estación o puesto contará con un ordenador PC independiente con capacidad suficiente para procesar todas las señales, módem y línea de comunicaciones e impresora. El sistema almacena datos en archivos históricos que se

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133(2)
VISADO

pueden consultar o editar. También se pueden realizar análisis de estos datos representados en diagramas de tendencia y mediante cálculos estadísticos.

Todas estas prestaciones del sistema de control permiten disponer de una información exhaustiva y clara del funcionamiento de todo el proyecto y facilitan por tanto la operación y mantenimiento óptimo del mismo.

### 7.3.1 SISTEMA CONTROL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

#### 7.3.1.1 Sistema de monitorización de la distribución de potencia

La red de distribución de energía de la Planta Fotovoltaica está monitorizada por el SCADA en su totalidad. De forma que permite el control y seguimiento de la red, desde los interruptores de celda de media tensión hasta los interruptores de baja tensión.

El sistema es redundante y capaz de monitorizar a tiempo real y controlar los equipos primarios y secundarios de la distribución de la Planta, además se encuentra disponible las 24 horas del día. El sistema dispone de herramientas que permitan el análisis de perturbaciones, tal como alarmas que incluyan el momento de aparición de las mismas, marcas y tendencias para analizar el comportamiento del sistema con amplia capacidad de memoria.

El sistema de control cuenta en su diseño con el acceso al mismo por parte de las autoridades y/o la empresa local encargada, de forma que puedan acceder a los contadores de energía, a los datos recogidos por la estación meteorológica para hacer predicciones de generación u otra información de acuerdo con la normativa aplicable, sin perjuicio del normal funcionamiento del SCADA. El sistema además permite el acceso remoto a través de internet sin ningún tipo de pérdida de información o funcionalidad, cumpliendo todos los protocolos de seguridad necesario para ello y que se fijarán en fase más avanzados del proyecto.

El SCADA adicionalmente envía la información a un cliente OPC (OLE for Process Control) que permita un intercambio de información con otros equipos a tiempo real sin impacto alguno en el funcionamiento del sistema. El SCADA dispone, por tanto, de la información de todas las variables de Planta para poder ser enviadas. En fases más avanzadas de la ingeniería de detalle se definirá exactamente la lista de señales que será enviada al cliente OPC.

Los datos de la Planta se graban en una base de datos segura, que estará disponible y que es capaz de almacenarlos de forma local durante un periodo mínimo de 24 meses. De forma que el sistema de control dispone de un sistema de back-up que permite la copia y la posterior reposición del contenido del servidor. Los datos de todas las señales analógicas son recibidos y almacenados a nivel local en intervalos de 30 segundos.

La Planta Fotovoltaica es operable en su totalidad directamente desde el SCADA de la Sala de Control. El operador por control remoto es capaz, al menos, de realizar las siguientes operaciones:

- Encender/Apagar inversores.
- Conexión/Desconexión de la SET Transformadora 30/132 kV del Sistema.
- La arquitectura del sistema de control debe estar distribuida y constará de los siguientes nodos:

a) Fecha y hora.

   Todos los equipos.

b) Centro de transformación.

   i. Sistema de Control de inversores de string:

      Señales del inversor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00832
VISADO

Potencia: DC y AC (activa y reactiva, por fase y total, si aplica).

Cos φ (por fase y total, si aplica).

Tensión DC (el valor a la entrada del inversor).

Corriente DC (por agrupación de strings en cada entrada del inversor)

Horas de operación.

Número de versión del software.

Número de inversores de la red.

Número de identificación de los inversores en la red.

Mensajes de error y advertencia.

ii. Celdas de protección MT.

Frecuencia.

Potencia: DC y AC (activa y reactiva, por fase y total, si aplica).

Corriente y tensión DC y AC.

iii. Contadores y celdas de protección de MT(Evacuaciones):

Datos del analizador en cada anillo de media tensión.

Datos del contador de la compañía en la subestación.

c) Estaciones meteorológicas.

d) Irradiación.

e) Temperatura del módulo.

f) Temperatura ambiente.

g) Centro de control principal (CPU, estado UPS).

Todo el hardware necesario (RTU's, interruptores, CPU's, etc.) se ha diseñado con un 20% de capacidad extra de conexiones Ethernet, cálculo de potencia, memoria, etc, disponible para posibles necesidades futuras.

#### 7.3.1.2 Centros de transformación, inversores de string y celdas de media tensión

En la Sala de Control del proyecto el SCADA recibe la información de los strings de la Planta. Se dispone de un bus de comunicaciones para la comunicación entre las unidades de control locales con la estación de trabajo o SCADA. El bus de comunicación se conecta en paralelo desde el SCADA a todos los inversores de string para prevenir la pérdida de información que se genera en un bus en serie cuando se pierde un elemento. El bus de comunicaciones dispone de capacidad de autodiagnóstico y de generación de alarmas que se muestran en la Sala de Control.

La longitud del cableado de comunicación será como máximo del 80% de la distancia máxima efectiva de la tecnología a aplicar (distancia máxima efectiva de RS485: 1000 m). En caso de que en fases posteriores de ingeniería se viera que existen distancias mayores, se colocarán repetidores bus intercalados con alimentación adecuada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

La comunicación entre los diferentes equipos se realiza o bien en RS485 o en Fibra Óptica, que será definido en la ingeniería de detalle. En el caso de utilizar cable serie será cable de categoría V, debidamente apantallado y que se separará en la medida de lo posible de los cables de fuerza y como mínimo 300 mm de los cables de media tensión.

Las celdas de protección están conectadas junto con el sensor de temperatura a través de una de una unidad terminal remota (RTU). Los inversores vienen equipados con tarjetas de comunicación para enviar los datos al SCADA y un dispositivo digital Entrada/Salida recibirá las señales de las celdas de protección y equipamiento auxiliar.

El RTU se une al sistema de control de la planta a través de un bus de campo que consta de cables de tecnología adecuada en función de la distancia:

- Fibra óptica monomodo.
- Fibra óptica multimodo o RS485.
- Cable Ethernet Cat V (opción solo si es dentro del mismo edificio).

En cualquiera de los tres casos, el cableado llevará protección externa de fibrovidrio reforzado y termoplástico, será no propagadora de llama y libre de halógenos.

#### 7.3.1.3 Estación de control principal

La CPU del SCADA de la Planta, situado en la Sala de Control del proyecto, dispone de alimentación redundante, tal y como se ha descrito en apartados anteriores, a través de dos sistemas de alimentación interrumpida, y se encuentra conectada a la red Ethernet, servidores de datos y centro de operación.

La estación de operación dispone una interfaz para el operador que permite la presentación de gráficos de proceso, diagramas unifilares esquemáticos, gráficos de tendencias, listas de alarmas, etc. con actualización dinámica de los parámetros.

El software de control se instala en la estación de control principal y cuenta con las siguientes funciones:

- Control.
- Supervisión.
- Alarma.
- Almacenamiento de datos.

Este software del sistema de monitorización se diseña cumpliendo con la norma IEC 61724:1998 "*Monitorización de sistemas fotovoltaicos - Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis*", además el sistema contará con la seguridad adecuada, está protegido con contraseña y trabajará a través de navegadores web habituales, o será compatible con Windows 7 o superior

### 7.3.2 SISTEMA DE CONTROL DEL PARQUE EÓLICO

#### 7.3.2.1 Información a transmitir.

El sistema controlará al menos los siguientes parámetros:

Aerogeneradores:

- Estado general del aerogenerador.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Estado del generador.
- Estado del giro de la barquilla.
- Presencia de errores.
- Frecuencia de red.
- Coseno de phi.
- Tensión de las tres fases.
- Corriente de las tres fases.
- Potencia.
- Velocidad del generador.
- Velocidad del rotor.
- Velocidad del viento.
- Angulo de paso de las palas.
- Temperaturas ambientales (interior y exterior).
- Energía producida.
- Horas de funcionamiento.
- Temperaturas de aceite.

Torre meteorológica del parque eólico:

- Medida de la velocidad del viento (3 sens. máx.).
- Medida de dirección de viento (2 sens. máx.).
- Medida de temperatura.
- Medida de presión atmosférica.
- Medida de pluviometría.
- Medidas estadísticas de dirección y velocidad.

Parámetros de la red:

- Tensión de las tres fases.
- Corriente de las tres fases.
- Potencia activa de las tres fases.
- Potencia reactiva de las tres fases.
- Energía activa generada.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Energía activa consumida.
- Entradas digitales de los componentes del parque.

#### 7.3.2.2 Información generada

El sistema generará una base de datos organizada en cuatro categorías de información.

**Datos de configuración del sistema:**

Se integrarán parámetros de configuración, números de serie, etc.

Informes:

- Informe de errores y alarmas.
- Informe de sistema.
- Informe de eventos.

Datos históricos recientes:

- Ángulo de paso de las palas.
- Direcciones de viento.
- Velocidad del generador.
- Coseno de phi.
- Presión de aire.
- Producción.
- Temperaturas.
- Potencia activa y reactiva.
- Tensión de las tres fases.
- Corriente de las tres fases.
- Velocidad de viento.
- Pluviometría.

En aquellos casos en que el tipo de información lo requiera, se calcularán valores estadísticos.

Datos históricos de periodos largos:

- Contadores horarios.
- Estadística de turbulencias.
- Producciones.
- Temperaturas.
- Estadísticas de velocidades de viento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Toda la información se deberá almacenar mensualmente en un soporte magnético utilizando un disco duro regrabable. No se guardarán datos de informes ni registros históricos a partir de periodos superiores a los dos (2) años.

#### 7.3.2.3 Presentación de los datos.

El sistema se gobernará mediante Windows, estableciéndose unas jerarquías de pantallas, que descenderán desde la configuración total del parque hasta la información de un determinado aerogenerador, estación meteorológica y SET 30/132 kV La Higuera

Para cada componente del parque se podrá obtener tres tipos diferentes de información:

- Situación actual de cada uno de los parámetros.
- Situación de los diferentes informes del sistema, alarmas, resúmenes de operación, etc.
- Generar informes, basados en preguntas acerca de datos históricos de la base de datos, etc. El usuario podrá confeccionar sus propios informes.

#### 7.3.2.4 Especificaciones

En este apartado se trata de definir el telecontrol a realizar en el parque eólico.

Además de los propios aerogeneradores para los cuales el fabricante tiene aplicaciones específicas, se quiere controlar el centro de seccionamiento del propio parque, la torre meteorológica y la posición de 30 kV de la SET La Higuera.

El control se podrá realizar de forma remota y localmente desde el edificio eléctrico y de control del proyecto. Para ello hay que conjugar tres factores:

- El sistema de telecontrol típico del fabricante para sus aerogeneradores.
- La tendencia de los controles industriales hacia la red ETHERNET.
- El telecontrol interno y externo a través de Internet.

Todo ello con el fin de disponer de un control competitivo técnico-económico para los próximos años con posibilidad de futuras ampliaciones. En ningún caso, el tiempo que transcurra desde el envío de una orden del control hasta la confirmación de la misma debe superar un tiempo de 1,5 s.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 8 OBRA CIVIL

## 8.1 OBJETO Y CONTENIDO

El presente apartado tiene por objeto definir la obra civil que se precisa para la implantación del Proyecto Híbrido Alcornoque.

Para acceder a los aerogeneradores y a la planta fotovoltaica es precisa la ejecución de unos caminos interiores de acceso a los mismos. Dentro de la Planta Fotovoltaica además se realizarán viales interiores que permitan la movilidad de maquinaria para el mantenimiento y la limpieza de los equipos de la misma. Además, se realizará un camino perimetral exterior a la planta, en caso de que se requiera, para dar acceso a las fincas colindantes.

Paralelamente a los viales, discurren las zanjas para el tendido del cableado que comunica los aerogeneradores y los centros de transformación con el edificio eléctrico y de control situado en el recinto de la planta fotovoltaica.

Por tanto, dichas obras comprenden de manera resumida los siguientes trabajos:

- Accesos al Proyecto y viales interiores, incluidos los drenajes y cunetas.
- Cimentaciones de la planta fotovoltaica (centros de transformación y vallado perimetral)
- Plataformas de montaje de los aerogeneradores.
- Cimentaciones de los aerogeneradores.
- Canalizaciones eléctricas.
- Edificio con sala eléctrica, sala de control y sala mantenimiento/almacén/sala de residuos situado dentro de la planta fotovoltaica.
- Restauración medioambiental.

## 8.2 ACCESOS Y VIALES

Los accesos al área del Proyecto se realizarán desde la carretera P-961, que une las poblaciones de Villoldo y Paredes de Nava. El acceso principal, en el kilómetro P.K. 10+175, se realizará para llegar a todos los aerogeneradores del parque: al Sureste, para aproximarse a los aerogeneradores del Nº 3 al Nº 7; y al Noroeste para los aerogeneradores nº1 y Nº 2. Aunque el vial interior se ha diseñado para llegar a todas las instalaciones principales del proyecto, en la misma carretera, se realizará un acceso auxiliar para tener una entrada directa a todas las instalaciones de la planta fotovoltaica en el kilómetro P.K. 7+875, utilizando un camino existente al sureste y después de recorridos 872 metros hasta la puerta de acceso.

Dentro del emplazamiento de la Planta Fotovoltaica se realizarán viales para facilitar las labores de limpieza y el mantenimiento de equipos, así como garantizar la accesibilidad a todos los centros de transformación. Para ello, en la Planta, se ha diseñado un camino perimetral alrededor de los módulos fotovoltaicos, unos caminos de mantenimiento para dar accesibilidad a los centros de transformación e inversores de string. Se prevé también realizar un camino perimetral exterior que rodea el vallado sur de la planta para garantizar los accesos a las fincas colindantes.

Para comunicar los aerogeneradores del parque a su centro de seccionamiento correspondiente será necesaria la construcción de viales interiores del parque cuyo trazado se ha diseñado a partir de topografía real del terreno intentando minimizar las pendientes resultantes y con ello los movimientos de tierras necesarios para su construcción. El acceso a

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

la Planta Fotovoltaica se podrá realizar desde un vial perimetral que enlaza con los viales interiores del parque eólico, quedando así todas las infraestructuras del Proyecto conectadas.

Los detalles de los viales se recogen en el Plano PHAL-05.4.

### 8.2.1 TRAZADO

Para el trazado de los viales se proyectan los caminos necesarios para dar acceso a los aerogeneradores y a la planta fotovoltaica (donde se sitúa el edificio eléctrico y de control), incluyendo sus viales perimetrales.

Al trazado se le han impuesto como condiciones, una pendiente máxima del 10%, en tramos curvos el 7 % y un radio mínimo en las curvas de 75 m a ejes en los viales del Parque Eólico, teniendo en cuenta la longitud del transporte previsto para la instalación del parque y siempre respetando los parámetros geométricos recomendados por la empresa constructora de los aerogeneradores. También se ha considerado la necesidad de compensar volúmenes de excavación, desmonte y terraplén.

Los viales tendrán una anchura mínima de 6 metros para la capa de rodadura, aunque se dispondrá de un sobre-ancho de 0,6 a 1,5 metros a un lado, o a cada lado según el caso, en los tramos en que haya zanjas de cables paralelas al camino.

En el caso de los viales de la Planta Fotovoltaica se ha considerado un radio mínimo de 18 m a ejes y los mismos condicionantes para pendientes que los aplicados al Parque Eólico. La anchura mínima para la capa de rodadura del vial interior en la planta fotovoltaica será de 5 metros.

A continuación, se recoge la longitud total de cada uno de los trazados considerados:

- Caminos interiores Planta Fotovoltaica:.....4.759 m
- Caminos perimetrales exteriores a la Planta Fotovoltaica: .....1.993 m
- Caminos interiores Parque Eólico:.....6.136 m
- Total caminos:.....12.888 m

### 8.2.2 SECCIONES TIPO

#### 8.2.2.1 Viales interiores parque eólico

Todos los viales tienen la misma sección tipo, con una anchura mínima de plataforma de 6,0 m. Los caminos se han proyectado con un peralte del 2 % de pendiente para que viertan el agua hacia el interior de la cuneta. En un lateral de los caminos interiores del parque eólico se construye una cuneta para la recogida de aguas y en el otro lateral, o en ambos según el caso, una zanja para la instalación del sistema colector.

Para la nivelación de los caminos interiores del parque eólico se utilizará una capa de material granular seleccionado de subbase de la propia obra, de 20 cm de espesor mínimo. Posteriormente, se extenderá una capa granular de base de 20 cm de espesor mínimo, de zahorra artificial que servirá de firme y de capa de rodadura al mismo tiempo.

Todos los caminos proyectados deberán cumplir con la especificación técnica del fabricante de los aerogeneradores.

También se construirá, aparte de los viales de parque, un camino de 450 metros de longitud para acceso a la torre meteorológica que será de 4 m de ancho y con 20 cm de zahorra natural.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133

#### 8.2.2.2 Viales interiores planta fotovoltaica

Todos los viales tienen la misma sección tipo, con una anchura mínima de plataforma de 5,0 m. Los caminos se han proyectado sin peralte y en un lateral de los caminos interiores de la planta fotovoltaica se construye una zanja para la instalación del sistema colector.

Para la nivelación de los caminos interiores de la planta fotovoltaica se extenderá una capa granular de base, de 20 cm de espesor mínimo, de zahorra natural que servirá de firme y de capa de rodadura al mismo tiempo.

#### 8.2.2.3 Vial de acceso y perimetral de la planta fotovoltaica

El vial de acceso directo a la planta, que une la carretera P-961 con la puerta de entrada del recinto de la planta fotovoltaica, tendrá la misma sección tipo que viales del parque eólico (6 metros) descritas anteriormente. Aunque el trazado transcurre en su mayor parte por un camino público existente, si fuese necesario, se realizarán las actuaciones necesarias para que el vial sea homogéneo y adecuado.

Se aplicarán las mismas características al vial que rodea el vallado por su lado sur para comunicar los caminos existentes que quedaban aislados por la instalación de la planta fotovoltaica.

### 8.2.3 DRENAJE

El sistema de drenaje adoptado consiste básicamente en la disposición de cunetas en un borde del camino del parque eólico en excavación y en la construcción de pasos de agua transversales bajo los viales mediante tubos de polietileno corrugado de alta densidad HPED de diferentes diámetros (entre 40 y 60 cm), recubiertos de 20 cm de hormigón HM-20, dotados de las correspondientes arquetas tanto de recogida de aguas en la entrada como de salida de las mismas, o bien mediante badenes de hormigón armado.

Los pasos de agua bajo los viales irán rematados en los extremos con módulos prefabricados de hormigón o ejecutados in situ, con sus correspondientes muros y aletas, según normativa aplicable.

## 8.3 CIMENTACIONES EN LA PLANTA FOTOVOLTAICA

### 8.3.1 CIMENTACIONES DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Se ejecutará la obra civil necesaria para el apoyo sobre el terreno del conjunto de Centros de Transformación que se instalarán en el interior de la Planta Fotovoltaica.

Para ello, se ha diseñado una estructura formada por una losa de hormigón armado GB-35 que apoya superficialmente sobre el terreno natural seleccionado y compactado, y que recoge las cargas de todos los equipos eléctricos que hay dentro del centro de transformación y las transmite al terreno de manera uniformemente repartida sin sobrepasar los valores máximos admisibles por el mismo. Para el diseño se tendrán en cuenta las especificaciones técnicas proporcionadas por el proveedor de dicho centro de transformación.

Las dimensiones iniciales de la losa de hormigón GB-35 proyectada son de 7,00 x 2,10 metros (15 m² aproximadamente) y un canto mínimo de 0,30 metros, armada con malla electrosoldada de enfierradura de diámetro Φ12 mm, cuadrícula 20x20 cm, tanto para la armadura superior como para la inferior, que será realizada sobre una base de hormigón de limpieza GB-20, de 10 cm de espesor, con mallazo simple Φ6 mm, cuadrícula 20x20 cm y dimensiones de 9,00 x 4,10 metros, de manera que quedará un acerado perimetral de 1,00 m de ancho. La base de hormigón de limpieza se realizará sobre un relleno de material de calidad subbase de un espesor mínimo de 15 cm, compactado al 98% del

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Proctor Modificado y CBR≥80, estando a su vez el terreno natural compactado al 95% del PM. Embebidos en la losa de hormigón quedarán los tubos HDPE de diámetros Φ63 mm, Φ110 mm y Φ160 mm, necesarios para la entrada y salida de los cables de Baja y Media Tensión, incluso el tapado con espuma de poliuretano o similar.

### 8.3.2 CERRAMIENTO PERIMETRAL

Al instalar el edificio dentro del área de la planta fotovoltaica se utilizará el cerramiento perimetral de la misma para preservar la seguridad del mismo.

Todo el recinto de la planta fotovoltaica estará protegido por un cerramiento cinegético realizado con malla anudada de alambre galvanizado. La separación entre los hilos verticales de la malla anudada será de 15 cm, y la distancia entre los horizontales aumentará progresivamente, desde 5-15 cm en la parte inferior, hasta 15-20 cm en la superior. Se mantendrá una distancia mínima al suelo de 15 cm. Deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras. La altura mínima del vallado será de 2,2 m. A lo largo de todo el vallado, se instalarán, cada 200 m, pasos de fauna mediante aperturas a ras de suelo en forma de rectángulos de al menos 30 cm en sentido horizontal y 20 cm en sentido vertical.

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

Las puertas de acceso, como parte del cerramiento perimetral, cumplirán las mismas características de altura. Se instalará una puerta principal de 8 m de ancho, con una puerta de acceso para peatones.

## 8.4 PLATAFORMAS DE AEROGENERADORES

Junto a cada aerogenerador se dispone una plataforma, con dimensiones mínimas 70 m x 40 m, conectada con el viario de acceso, necesaria para el acopio de componentes y el establecimiento de las grúas empleadas en el montaje de los aerogeneradores. A estas plataformas se les dará una pendiente máxima del 1 %.

Las plataformas irán acabadas con una capa final de zahorras artificiales debidamente niveladas y compactadas, de 10 cm de espesor en la zona indicada como zona de trabajo de la grúa de montaje. El resto de la plataforma deberá quedar perfectamente nivelada y compactada para el acopio de los componentes, con material de subbase y a la misma cota.

Los terraplenes necesarios para su establecimiento se construirán con materiales seleccionados procedentes de la excavación de las cimentaciones o del movimiento de tierras derivado de la ejecución de los viales interiores, con material seleccionado procedente de préstamo interior previamente autorizado por el Contratista o, en última instancia, de préstamo exterior al Proyecto. Además, deberán compactarse adecuadamente y cubrir con tierra vegetal a fin de posibilitar su revegetación y recuperación ambiental.

A estas plataformas se les dará una pendiente máxima del 0% en la zona de trabajo de la grúa. Por razones de seguridad para la evacuación de las aguas, ésta pendiente deber ser mayor en el resto de la plataforma, en torno al 1%. La plataforma quedará libre de cualquier obstáculo como, por ejemplo, libre del relleno de la cimentación. El peralte en el área destinada a la grúa será del 0%.

## 8.5 CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES

En el plano PHAL-03.2 Cimentación Tipo de Aerogenerador N-175, pueden verse las dimensiones generales de la cimentación, según diseño y cálculos del fabricante de los aerogeneradores. Los detalles constructivos de estas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

cimentaciones, definiéndose todas las dimensiones y los materiales utilizados, se indicarán en fases más avanzadas de la ingeniería, incluyendo la posibilidad de rediseñarse una vez se realice campaña geotécnica intensiva del terreno.

## 8.6 ZANJAS Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA COLECTOR

El sistema colector o de recogida de potencia irá enterrado en zanjas. En el interior de dichas zanjas se colocarán la red de tierras, red de comunicaciones y cables de potencia que transportan la energía generada por los aerogeneradores y módulos fotovoltaicos hasta los centros de seccionamiento.

El trazado de las zanjas discurre paralelo al eje de los viales interiores de la Planta Fotovoltaica y del Parque Eólico, desplazado hacia la derecha o izquierda según convenga, hacia ambos lados o perpendicular al mismo.

Se proyectan las siguientes longitudes de zanja:

- Zanjas de media tensión de la Planta Fotovoltaica:.....1.676 m
- Zanjas de baja tensión de la Planta Fotovoltaica:.....2.246 m
- Zanjas de media tensión del Parque Eólico:.....6.805 m

Todas las zanjas se excavarán por métodos tradicionales (retroexcavadora), siempre que sea posible.

La conexión eléctrica entre todos los aerogeneradores, entre los centros de transformación y la conexión de todos ellos con los centros de seccionamiento respectivos, se realiza mediante trazado subterráneo. Para ello es preciso ejecutar una zanja de ancho variable entre 0,6 y 1,5 m de anchura y 1,2 m de profundidad mínima en la que se ubican, tanto las líneas de media tensión como la de control y red de tierras.

La anchura de las zanjas se ajustará en el caso que fuese necesario en función del número de circuitos que se agrupen. La configuración de cada caso viene detallada en el plano PHAL-05.3.

En el fondo de las zanjas se instalará el cable de tierra, se rellenará con una capa de arena de 10 cm antes de tender los cables de potencia y de control, para evitar que piedras u otros elementos punzantes y duros puedan dañar los cables en su tendido y para servir de drenaje al mismo tiempo. Una vez tendidos los cables de potencia y de comunicaciones, separados entre sí la distancia que marque la normativa y respetando las distancias de seguridad de separación correspondientes, se extenderá otra capa de arena fina hasta completar 20 cm de espesor mínimo por encima de los cables con objeto de cubrirlos.

Según se puede ver en los esquemas de zanjas mostrados en los planos, se colocarán en una misma capa los cables de potencia y control, y en la misma zanja con sus respectivos materiales de relleno, arena, placa de protección mecánica, relleno seleccionado y cinta señalizadora. La red de tierras se colocará en el fondo de la zanja.

En los cruces de la red de zanjas con los caminos de servicio y cruces de plataformas de montaje de los aerogeneradores del parque en el caso que sea necesario, se instalarán los cables dentro de tubos de PVC autoextinguibles de diámetros 200 ó 250 mm para cada terna de cables de potencia, 63 mm para los cables de comunicaciones y 63 mm para la red de tierra, recubiertos con 20 cm de espesor mínimo de hormigón en masa HM-20, sellados en ambos extremos con espuma de poliuretano, que permitan sustituir los cables sin interrumpir el tráfico rodado.

Las zanjas del sistema colector del parque eólico quedarán señalizadas mediante marras de hormigón, colocadas en la parte superior de las zanjas cada 150 m de longitud, en todos los cruces de caminos, en los extremos de los pasos de caminos y en los empalmes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 8.7 EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

En este apartado se describe la obra civil correspondiente al edificio eléctrico y de control (sala eléctrica, sala del control y sala mantenimiento/almacén) ubicado dentro del área de ocupación de la planta fotovoltaica.

### 8.7.1 EXCAVACIÓN, EXPLANACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Los trabajos correspondientes comprenderán la retirada de la capa vegetal mediante la corta y desbroce de la vegetación previa liberación ambiental (trabajos de flora, fauna y arqueología), junto con los trabajos de excavación hasta la cota de sello de excavación, y la explanación y compactación hasta cota -0,60 m para conformación de la plataforma del edificio. Sobre la cota -0,60 m, se rellenará y compactará con una capa de Zahorra Artificial de 60 cm hasta alcanzar la cota de explanación indicada.

En el caso de la **sala eléctrica** se procederá a la realización de una excavación hasta cota -2,9 m para conformación de la plataforma donde se instalará la cimentación del foso. Luego se rellenará y compactará con canto rodado.

Asimismo, hay que realizar también la caracterización del terreno para determinar previamente las cotas de sello de excavación y de sello de fundación, las cuales deberán ser certificadas por técnico competente.

A la vez que se realizan los trabajos de explanación, se instalará a su cota la malla de puesta a tierra de los edificios eléctricos.

Los taludes y demás zonas libres afectadas por las obras se restaurarán una vez finalizados los trabajos.

### 8.7.2 DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

Se instalarán los tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas pluviales de forma que no se produzca un efluente masivo, y que se consiga la máxima difusión posible.

### 8.7.3 EDIFICACIÓN

El edificio eléctrico y de control indicado en este apartado responde a una disposición de tres espacios de un ancho fijo de 6 metros de estructura de hormigón distribuidos de la siguiente manera:

- Sala de control, de dimensiones 7,15x6 m.
- Sala eléctrica, de dimensiones 16,3x6 m.
- Sala de mantenimiento/almacén/sala de residuos, de dimensiones 16x6 m.

Será una construcción de paredes de bloque de termoarcilla con cubierta inclinada a cuatro aguas de teja plana mixta con aproximadamente un 30% de pendiente, de 3,50 m de altura, desde la cota de suelo a la parte inferior de la cubierta, con una altura total de 5 m.

Las paredes exteriores se construirán de bloques de termoarcilla de 29 cm de espesor, interiormente enlucido con mortero de cemento y pintura plástica de color blanco y exteriormente con mortero tipo cotegrán.

Todas las ventanas serán de aluminio corredera y dispondrán de una vidriería de cristal tipo climalit con cámara de aire (4+8+4).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013902
VISADO

La señalética del edificio será la reglamentaria: protección contra incendios, extintores, alarmas contra incendios, circuito cerrado de televisión, cámaras de vigilancia, planos de ubicación, rutas de evacuación, salidas de emergencia, señales luminosas de evacuación, etc.

Exteriormente el edificio irá rematado en todas las fachadas con una acera perimetral de 1 m de anchura. Se realizará un acabado en un acabado pulido y rematado con bordillo perimetral.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## Sala de Control

Dedicada a instalar todo el sistema de control para la gestión, seguridad y mantenimiento de los equipos del proyecto, la sala de control está distribuida en los siguientes espacios en una única planta:

- Despacho de control.
- Aseo.
- Almacén.

Los techos de estos espacios serán de falso techo mediante placas desmontables de 60x60 cm soportados por perfiles metálicos; también dispondrán de un sistema de climatización calor y frio, disponiendo de máquinas de climatización de tal forma que se dispondrá al menos de una máquina independiente en el despacho de control. La altura libre entre forjados será al menos de 3,20 metros en esta sala.

El suelo de toda la sala será de gres porcelánico en formato de 60x60 cm o similar, antideslizante. Dispondrán de rodapié del mismo material.

Las ventanas de la sala de control dispondrán de verja exterior tratada con antióxido y acabado pintado. Se dotará de alfeizar de hormigón y se sellarán todas las juntas correspondientes. Las ventanas dispondrán de persiana en el despacho de control, almacén y aseo.

Las puertas de acceso peatonal (acceso a la sala y entre la sala del control y la sala eléctrica) serán de seguridad y se instalarán cancelas de chapa ciega tratadas con revestimiento antióxido y acabado pintado. Dispondrán de cerradura de seguridad. Todas las puertas interiores serán de chapa lacada con cerradura y de altura 2,20 m y serán de ancho libre de paso 0,90 m, el resto según planos.

El aseo se dotará de aparatos sanitarios y grifería de primera calidad, incluyendo todos los accesorios necesarios (toallero, portarrollos, jaboneras, espejos con iluminación, etc.).

El falso techo en la sala de control (despacho de control, aseo y almacén) será registrable tipo Amstrong de 60x60 cm.

La distribución de esta sala se recoge en el Plano PHAL-06.2.

## Sala Eléctrica con Foso

Dedicada a albergar toda la aparamenta de los centros de seccionamiento diseñados para este proyecto, este espacio está distribuido en dos alturas:

- Una planta baja donde está la sala eléctrica con todos los equipos necesarios que forman los centros de seccionamiento.
- Un foso subterráneo donde se tenderá todo el cableado de interconexión de los equipos del proyecto a los centros de seccionamiento.

La **sala eléctrica** albergará los siguientes equipos:

- Celdas de 30 kV blindadas en gas SF6.
- Cuadro de Servicios Auxiliares.
- Cuadros de protección, mando y medida.
- Equipo Rectificador - Batería de corriente continua de 125 V y su Cuadro de Distribución.
- Equipo Convertidor 125Vcc a 48Vcc necesario para los equipos de comunicaciones.
- U.P.S.- 230 Vca/ 24Vcc /230 Vca.
- Estación de supervisión y de control del Parque Eólico y de la Planta Fotovoltaica para conexión al sistema de Control Central, torres de medición y SET 30/132 kV.
- Equipo de protección personal y maniobra.
- Cuadro de centralización de telemando sala de control.
- Armario de comunicaciones y otros.
- Armarios de medida de parque eólico, planta fotovoltaica y CPD.

Se deberá tener en cuenta los requerimientos de espacio y ubicación de los equipos de control de la Planta Fotovoltaica y del Parque Eólico.

La altura libre entre forjados será al menos de 3,20 metros para la sala eléctrica. Dispondrán de un sistema de climatización calor y frio, disponiendo de máquinas de climatización en la cubierta, de tal forma que se dispondrá al menos dos para la sala de los centros de seccionamiento 100% redundantes.

En esta sala se dispondrá de un sistema de extracción de aire con salida directa al exterior, que entra en funcionamiento automáticamente en caso de detectarse fuga o alarma de bajo nivel de SF6 en cualquiera de las celdas. Las salas eléctricas contarán con extractores o ventiladores centrífugos murales de la serie SWF o similar, modelo SWF-200 o similar, con un caudal máximo de extracción de 770 m³/h, que contará además con un sistema de cierre tipo persiana de sobrepresión o similar.

El **foso** deberá tener al menos 2,50 m útiles de altura que permitan un tendido de cables eléctricos a los equipos en él instalados. Dicho foso, situado debajo de la sala eléctrica, tendrá acceso a través de una puerta situada en dicha sala que limitará el acceso con su correspondiente cerradura. El suelo del foso tendrá un acabado en hormigón pulido con helicóptero, con recogida de agua en su perímetro y posterior evacuación y conexión con la red de drenajes, además de ser pintado con pintura epoxi de color gris. El foso será completamente diáfano, libre de columnas o pilares: deberá disponer del espacio libre en el forjado que requiera el fabricante de las celdas y armarios de control para garantizar la subida de los cables, su conexión, la ventilación y la manipulación correcta y segura. Estará iluminado mediante luminarias LED estancas. Se instalarán todos los cables de fuerza, control, etc., necesarios en BT y MT, siendo en el caso de BT en RZ1-K 0,6/1 kV, los cables de fuerza serán apantallados o armados según necesidades, mientras que los cables de control de toda la sala serán al menos apantallados por fleje de cobre corrugado.

Como norma general todos los cables de 30 kV serán con aislamiento de Etileno Propileno (HEPRZ1) con aislamiento 18/30kV no propagador de llama y de secciones adecuadas.

La entrada y salida de cables al edificio se hará en forma subterránea a través de tubos que comunicarán el exterior del edificio con el propio foso. La disposición de los cables se hará en las bandejas y canalizaciones eléctricas necesarias para un correcto funcionamiento (no podrán ir tendidos directamente sobre el suelo del foso) siendo de material galvanizado en caliente

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302

Los tubos para paso de cables serán de material no magnético y tendrán un diámetro adecuado al cable o cables que haya de pasar por ellos.

Los cables de control no podrán ir por el suelo del foso, debiendo ir instalados en dichas bandejas, mientas que los cables de media tensión no podrán ir directamente sobre el suelo del foso y se deberán agrupar en ternas separados del suelo con silentblock. Se contemplará una pequeña coca de cable de media tensión en el foso.

Los efluentes líquidos generados en el edificio serán tratados en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS). La PTAS será compacta, de poliéster reforzado con fibra de vidrio, y con sistema de lodos activos. No se admitirán plantas de tipo pasivo anaerobio. Será adecuado para los aseos y vestuarios del edificio, así como para la habitabilidad del mismo. El sistema será homologado por el Organismo correspondiente.

También se instalarán un depósito de agua de una capacidad mínima de 3 $m^3$, reforzado con resina de fibra de vidrio, con su correspondiente depuración, y homologados para contener productos destinados al consumo humano. El depósito estará dedicado íntegramente al suministro de agua para los consumos domésticos. Este agua se usará para cubrir todas las necesidades exceptuando las que sean para el consumo humano. El agua para consumo humano será suministrada en garrafas o bidones.

Las principales características constructivas de esta sala son las siguientes:

- La escalera de acceso al foso será de hormigón armado con un acabado fratasado de buena calidad. El ancho mínimo libre de la escalera será de 1 metro. La escalera irá provista de un pasamanos.
- El suelo de la sala eléctrica será de Gres porcelánico en formato de 60x60 cm o similar, antideslizante. Dispondrán de rodapié del mismo material.
- Las ventanas de esta sala serán de correderas de aluminio. Dispondrán de verja exterior tratada con antióxido y acabado pintado. Se dotará de alfeizar de hormigón y se sellarán todas las juntas correspondientes.
- La puerta interior acceso al foso será de altura 2,20 m y será de ancho libre de paso 1,00 m, el resto según planos. Será de madera maciza lacada. Todas las puertas de este espacio deberán disponer de sistema de apertura antipánico y apertura hacia el exterior.
- El techo de la sala de seccionamiento será continuo de escayola o pladur (deberá quedar una cota de 3 m libres entre suelo acabado y techo).

**Sala de Mantenimiento/Almacén/Sala de Residuos**

El proyecto híbrido cuenta con una sala de mantenimiento con espacio suficiente para:

- Las actividades de mantenimiento necesarias para el correcto funcionamiento durante la explotación del proyecto;
- Albergar, correctamente clasificado y acopiado, todo el stock necesario para poder acometer el mantenimiento conjunto.

Se definirá en fases más avanzadas de la ingeniería, pero tendrá las mismas características generales que la sala eléctrica.

Se distinguen dos salas independientes en este espacio:

- La sala de Mantenimiento/Almacén/Sala de Residuos con las funciones indicadas anteriormente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 001102
VISADO

- Una sala de Residuos necesaria para acopiar todos los desechos que se generan durante la actividad de estas instalaciones. Los residuos serán retirados por un gestor autorizado.

La distribución de este espacio se encuentra recogido en el Plano PHAL-6.3.

El suelo será de hormigón armado GB-20 de 20 cm de espesor y será ejecutado de forma que admita el tratamiento de pulido con helicóptero para su acabado final. En cualquier caso, el suelo y la entrada de dicho edificio estarán adaptados para facilitar la entrada en su interior de equipos de gran peso. Dentro de este edificio, los equipos estarán protegidos contra humedades, barro, polvo, radiación solar, etc.

Las puertas de acceso serán de doble hoja con apertura hacia el exterior (anchos indicados en el plano) de 2,75 m de altura. Estarán fabricadas en acero y dispondrán de cerradura.

Las ventanas de esta sala serán de correderas de aluminio lacado de 1 x 1 metros. Dispondrán de verja exterior tratada con antióxido y se dotarán de alfeizar de hormigón y se sellarán todas las juntas correspondientes.

El suelo de la sala de recogida de residuos contará con un foso de 0,2 m de profundidad para la recogida de un posible vertido de las sustancias peligrosas de naturaleza líquida (aceites, lubricantes…).

Dispondrá de instalación eléctrica de alumbrado y de fuerza con tomas de corriente monofásicas y trifásicas, y estará adaptado a la normativa urbanística local.

#### 8.7.3.1 Alumbrado interior y fuerza

El alumbrado normal en todos los espacios del edificio del proyecto se realizará con luminarias de LED de 60 x 60 cm y el alumbrado de emergencia se realizará con lámparas LED de 5 W como mínimo, con batería incorporada con una autonomía de 2 horas. Dichos equipos dispondrán de indicación de buen funcionamiento, así como la opción de realizar la descarga de las baterías a distancia, siendo cableado a la unidad de control. Este alumbrado irá instalado en el falso techo del edificio o directamente colgadas o fijas al techo.

Se dispondrá un sistema de alumbrado de señalización de emergencia, mediante bloques autónomos.

Las instalaciones de alumbrado y tomas de corriente se realizarán con cables unipolares de cobre, tensión de aislamiento 750 V, tendidos bajo tubo. Las instalaciones eléctricas, fuerza y control irán empotradas en los paramentos verticales.

El número de tomas de corriente a instalar en la sala eléctrica serán:

- 1 de 32 A
- 4 de 16 A

La sala de mantenimiento/almacén/sala de residuos dispondrá de instalación eléctrica de alumbrado y de fuerza con tomas de corriente monofásicas y trifásicas, y estará adaptado a la normativa urbanística local.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 9 EVACUACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Híbrido Alcornoque tiene autorizados 47,16 MW de evacuación en la SET Grijota 400 kV, propiedad de REE, para evacuar toda la energía generada por el Proyecto a la red de transporte, según el permiso de acceso y conexión actualizado con fecha de 16 de marzo de 2026.

Como la instalación de evacuación de la subestación La Higuera 30/132 kV hasta la posición de 400 kV de la subestación Grijota están ya autorizados y/o construidos y/o operativos, se procederá a describir básicamente la línea subterránea de 30 kV entre el Centro de Seccionamiento del Proyecto y la SET La Higuera 30/132 kV. Se puede observar en el plano PHAL-2.1 el trazado completo.

Esta línea de evacuación de este estudio es de 30 kV y estará enterrada y con una longitud aproximada de 13,75 km, discurriendo por los términos municipales de Paredes de Nava, Perales y Becerril de Campos, todos ellos en la provincia de Palencia.

Las principales características de la línea de evacuación subterránea proyectada son las siguientes:

- Nº de Circuitos: ..... Uno
- Tensión nominal: ..... 30 kV
- Tensión máxima del material: ..... 36 kV
- Frecuencia: ..... 50 Hz
- Instalación de la línea: ..... Directamente enterrada
- Clasificación instalación: ..... Tercera Categoría (>1 kV y ≤ 30 kV)
- Nº de conductores por fase: ..... Dos
- Disposición conductores enterrados: ..... Tresbolillo en contacto al mismo nivel
- Tipo de conductor: ..... HEPRZ1 18/30 kV 1x630mm$^2$ AL
- Nº conductores de tierra: ..... Uno
- Tipo de cable de tierra: ..... Cobre desnudo 50 mm$^2$ (en caso de ser necesario)
- Tipo de cable de datos: ..... fibra óptica monomodo 9/125 OS2

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 10 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS (RBDA)

A continuación, se indica los listados de bienes y derechos afectados por el proyecto, clasificados dependiendo de qué instalación va a ocupar la superficie de la parcela en estudio (parque eólico, planta fotovoltaica o línea de evacuación).

Se especificará, según qué tipo de impacto o elemento se trate y la duración del mismo, distinguiendo entre:

- Si se trata de una ocupación o una servidumbre.
- Si es una afección temporal o si va a ser permanente.

## 10.1 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR PLANTA FOTOVOLTAICA

En la tabla que aparece a continuación se señalan todas las parcelas con algún tipo de afección por la planta fotovoltaica:

| RBDA PLANTA FOTOVOLTAICA | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Municipio | Polígono | Parcela | Ref. Catastral | Clase de Inmueble | Aprovechamiento | Propiedad | Superficie ocupada de vallado (m²) | Superficie de servidumbre permanente de paso (m²) | Superficie de ocupación permanente (m²) | Superficie ocupada de forma temporal (m²) |
| 1 | Paredes de Nava | 017 | 00024 | 34123A01700024 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 405.864 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Paredes de Nava | 017 | 09004 | 34123A01709004 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 4.866 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | Paredes de Nava | 017 | 09006 | 34123A01709006 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 439 | 2.587 | 0 | 0 |
| 4 | Paredes de Nava | 020 | 00003 | 34123A02000003 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 256.421 | 0 | 4.702 | 2.329 |
| 5 | Paredes de Nava | 020 | 09010 | 34123A02009010 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 802 | 0 | 47 | 0 |
| 6 | Paredes de Nava | 020 | 09011 | 34123A02009011 | Rústico | Hidrografía Natural | Confederación Hidrográfica del Duero | 164 | 0 | 28 | 0 |
| 7 | Paredes de Nava | 021 | 00029 | 34123A02100029 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 22.840 | 0 | 2.833 | 1.412 |
| 8 | Paredes de Nava | 021 | 09003 | 34123A02109003 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 1.201 | 2.597 | 48 | 0 |
| | | | | | | | **TOTAL** | **692.597** | **5.184** | **7.658** | **3.741** |

## 10.2 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR PARQUE EÓLICO

En la siguiente tabla se indican todas las parcelas con algún tipo de afección por el parque eólico:

| RBDA PARQUE EÓLICO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Municipio | Polígono | Parcela | Ref. Catastral | Clase de Inmueble | Aprovechamiento | Propiedad | Longitud línea subterránea (m) | Superficie de servidumbre permanente (m²) | Superficie de ocupación permanente (m²) | Superficie ocupada de forma temporal (m²) |
| 1 | Paredes de Nava | 017 | 00024 | 34123A01700024 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 1.318 | 1.305 | 18.727 | 8.071 |
| 2 | Paredes de Nava | 017 | 09002 | 34123A01709002 | Rústico | Improductivo | Junta de Castilla y León | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 3 | Paredes de Nava | 017 | 09004 | 34123A01709004 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 11 | 123 | 0 | 0 |
| 4 | Paredes de Nava | 017 | 09012 | 34123A01709012 | Rústico | Hidrografía Natural (Improductivo) | Confederación Hidrográfica del Duero | 17 | 17 | 90 | 0 |
| 5 | Paredes de Nava | 017 | 09016 | 34123A01709016 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 3 | 21 | 0 | 0 |
| 6 | Paredes de Nava | 018 | 10001 | 34123A01810001 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 950 | 950 | 18.962 | 5.715 |
| 7 | Paredes de Nava | 018 | 09001 | 34123A01809001 | Rústico | Improductivo | Junta de Castilla y León | 5 | 5 | 0 | 0 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ALVAREZ CABRERIZO, Colegiado nº 001330
VISADO

| RBDA PARQUE EÓLICO | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Municipio | Polígono | Parcela | Ref. Catastral | Clase de Inmueble | Aprovechamiento | Propiedad | Longitud línea subterránea (m) | Superficie de servidumbre permanente ($m^2$) | Superficie de ocupación permanente ($m^2$) | Superficie ocupada de forma temporal ($m^2$) |
| 8 | Paredes de Nava | 020 | 00003 | 34123A02000003 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 2.627 | 2.527 | 31.056 | 14.398 |
| 9 | Paredes de Nava | 020 | 09003 | 34123A02009003 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 4 | 30 | 0 | 0 |
| 10 | Paredes de Nava | 020 | 09005 | 34123A02009005 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 8 | 53 | 0 | 0 |
| 11 | Paredes de Nava | 020 | 09006 | 34123A02009006 | Rústico | Hidrografía Natural (Improductivo) | Confederación Hidrográfica del Duero | 0 | 0 | 27 | 0 |
| | | | | | | | **TOTAL** | **4.947** | **5.035** | **68.862** | **28.184** |

## 10.3 RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 kV

A continuación, se incluye la tabla con las parcelas que tienen algún tipo de afección por la línea de evacuación de media tensión 30 kV:

| RBDA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Municipio | Polígono | Parcela | Ref. Catastral | Clase de Inmueble | Aprovechamiento | Propiedad | Longitud línea subterránea (m) | Superficie de servidumbre permanente ($m^2$) | Superficie de ocupación permanente ($m^2$) | Superficie ocupada de forma temporal ($m^2$) |
| 1 | Paredes de Nava | 021 | 00029 | 34123A02100029 | Rústico | Labradío secano | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 1.141 | 1.140 | 0 | 4.521 |
| 2 | Paredes de Nava | 021 | 09003 | 34123A02109003 | Rústico | Improductivo | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 6 | 6 | 0 | 23 |
| 3 | Perales | 005 | 09005 | 34127A00509005 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 665 | 667 | 0 | 3.295 |
| 4 | Paredes de Nava | 021 | 09001 | 34123A02109001 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Paredes de Nava | 366 | 364 | 0 | 469 |
| 5 | Perales | 005 | 05019 | 34127A00505019 | Rústico | Labradío secano | Javier Cabeza Valtierra | 0 | 0 | 0 | 222 |
| 6 | Perales | 005 | 05018 | 34127A00505018 | Rústico | Labradío secano | Pablo Gallardo Tapia y hermanos | 0 | 0 | 0 | 273 |
| 7 | Perales | 005 | 09023 | 34127A00509023 | Rústico | Hidrografía Natural | Conferencia Hidrográfica del Duero | 0 | 1 | 0 | 19 |
| 8 | Paredes de Nava | 022 | 09002 | 34123A02209002 | Rústico | Improductivo | Conferencia Hidrográfica del Duero | 2 | 2 | 0 | 3 |
| 9 | Paredes de Nava | 022 | 00008 | 34123A02200008 | Rústico | Labradío secano | Hermanos Castro de la Fuente | 185 | 185 | 0 | 693 |
| 10 | Perales | 005 | 05071 | 34127A00505071 | Rústico | Labradío secano | Raquel Rodríguez Laso | 0 | 1 | 0 | 233 |
| 11 | Perales | 005 | 09007 | 34127A00509007 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 8 | 8 | 0 | 32 |
| 12 | Perales | 005 | 09008 | 34127A00509008 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 504 | 504 | 0 | 1.990 |
| 13 | Perales | 004 | 09053 | 34127A00409053 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 5 | 4 | 0 | 24 |
| 14 | Perales | 004 | 09048 | 34127A00409048 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 823 | 814 | 0 | 1.355 |
| 15 | Perales | 004 | 05079 | 34127A00405079 | Rústico | Labradío secano | Javier Sanz Moreno | 0 | 2 | 0 | 1.144 |
| 16 | Perales | 004 | 09003 | 34127A00409003 | Rústico | Hidrografía Natural | Conferencia Hidrográfica del Duero | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 17 | Perales | 004 | 05107 | 34127A00405107 | Rústico | Labradío secano | Javier Sanz Moreno | 0 | 0 | 0 | 312 |
| 18 | Perales | 004 | 05075 | 34127A00405075 | Rústico | Labradío secano | Avelina Moreno Gangoso | 212 | 212 | 0 | 1.317 |
| 19 | Perales | 004 | 09002 | 34127A00409002 | Rústico | Hidrografía Natural | Conferencia Hidrográfica del Duero | 11 | 11 | 0 | 43 |
| 20 | Perales | 004 | 05076 | 34127A00405076 | Rústico | Labradío secano | Javier Sanz Moreno | 428 | 428 | 0 | 1.703 |
| 21 | Perales | 004 | 05070 | 34127A00405070 | Rústico | Labradío secano | Atra Servicios Agrícolas SL (Antonio Barcenilla) | 721 | 721 | 0 | 2.879 |
| 22 | Perales | 004 | 09054 | 34127A00409054 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 2 | 2 | 0 | 19 |
| 23 | Perales | 004 | 09049 | 34127A00409049 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 7 | 7 | 0 | 29 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
VISADO
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00330

| RBDA LÍNEA DE EVACUACIÓN | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Municipio | Polígono | Parcela | Ref. Catastral | Clase de Inmueble | Aprovechamiento | Propiedad | Longitud línea subterránea (m) | Superficie de servidumbre permanente ($m^2$) | Superficie de ocupación permanente ($m^2$) | Superficie ocupada de forma temporal ($m^2$) |
| 24 | Perales | 004 | 05090 | 34127A00405090 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 149 | 149 | 0 | 595 |
| 25 | Perales | 004 | 05089 | 34127A00405089 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 172 | 172 | 0 | 685 |
| 26 | Perales | 004 | 05088 | 34127A00405088 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 247 | 247 | 0 | 988 |
| 27 | Perales | 003 | 09013 | 34127A00309013 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 13 | 13 | 0 | 50 |
| 28 | Perales | 003 | 05019 | 34127A00305019 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 200 | 200 | 0 | 792 |
| 29 | Perales | 003 | 05021 | 34127A00305021 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 130 | 130 | 0 | 513 |
| 30 | Perales | 003 | 05022 | 34127A00305022 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 222 | 222 | 0 | 884 |
| 31 | Perales | 003 | 05023 | 34127A00305023 | Rústico | Labradío secano | Yolanda M.ª Fernández Salgueiro | 134 | 135 | 0 | 549 |
| 32 | Perales | 003 | 09019 | 34127A00309019 | Rústico | Vía de dominio Público (Vereda) | Junta de Castilla y León | 3 | 23 | 0 | 13 |
| 33 | Perales | 002 | 09021 | 34127A00209021 | Rústico | Vía de dominio Público (Carretera) | Junta de Castilla y León | 209 | 189 | 0 | 786 |
| 34 | Perales | 002 | 20001 | 34127A00220001 | Rústico | Labradío secano | Juan Miguel Malanda Garrido y M.ª Luisa León Valbuena | 281 | 281 | 0 | 1.112 |
| 35 | Perales | 002 | 09022 | 34127A00209022 | Rústico | Hidrografía Natural | Conferencia Hidrográfica del Duero | 4 | 4 | 0 | 13 |
| 36 | Perales | 002 | 10001 | 34127A00210001 | Rústico | Labradío secano | Juan Miguel Malanda Garrido y M.ª Luisa León Valbuena | 278 | 278 | 0 | 1.109 |
| 37 | Perales | 002 | 00002 | 34127A00200002 | Rústico | Labradío secano | José Luis Marcos Pinto, José Luis Marcos Fernández y Carlos Alberto Marcos Fernández | 172 | 172 | 0 | 699 |
| 38 | Perales | 002 | 00004 | 34127A00200004 | Rústico | Labradío secano | Javier Payo Ramírez | 210 | 210 | 0 | 834 |
| 39 | Perales | 002 | 00005 | 34127A00200005 | Rústico | Labradío secano | M.ª Begoña Cortés Payo | 204 | 205 | 0 | 3.458 |
| 40 | Perales | 002 | 09013 | 34127A00209013 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Perales | 643 | 643 | 0 | 2.587 |
| 41 | Perales | 002 | 00040 | 34127A00200040 | Rústico | Labradío secano | Javier Payo Ramírez | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 42 | Becerril de Campos | 034 | 09005 | 34029A03409005 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Becerril de Campos | 785 | 785 | 0 | 3.145 |
| 43 | Becerril de Campos | 032 | 09010 | 34029A03209010 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Becerril de Campos | 256 | 256 | 0 | 1.013 |
| 44 | Becerril de Campos | 034 | 09010 | 34029A03409010 | Rústico | Vía de dominio Público (Vereda) | Junta de Castilla y León | 267 | 267 | 0 | 1.073 |
| 45 | Becerril de Campos | 033 | 09004 | 34029A03309004 | Rústico | Vía de dominio Público (Vereda) | Junta de Castilla y León | 77 | 77 | 0 | 300 |
| 46 | Becerril de Campos | 033 | 00025 | 34029A03300025 | Rústico | Labradío secano | Francisca Paniagua Cacharro | 240 | 240 | 0 | 976 |
| 47 | Becerril de Campos | 033 | 09016 | 34029A03309016 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Becerril de Campos | 54 | 54 | 0 | 300 |
| 48 | Becerril de Campos | 033 | 00029 | 34029A03300029 | Rústico | Labradío secano | Hermanos Tejeda León | 0 | 0 | 0 | 25 |
| 49 | Becerril de Campos | 033 | 00099 | 34029A03300099 | Rústico | Labradío secano | Raimundo Pelayo Trancho | 23 | 23 | 0 | 0 |
| 50 | Becerril de Campos | 033 | 09006 | 34029A03309006 | Rústico | Vía de dominio Público | Ayuntamiento de Becerril de Campos | 1.221 | 1.212 | 0 | 4.848 |
| 51 | Becerril de Campos | 041 | 09008 | 34029A04109008 | Rústico | Vía de dominio Público (Colada) | Junta de Castilla y León | 695 | 690 | 0 | 2.783 |
| 52 | Becerril de Campos | 041 | 00022 | 34029A04100022 | Rústico | Labradío secano | Santiago Reol Gutiérrez | 294 | 294 | 0 | 1.179 |
| 53 | Becerril de Campos | 041 | 00049 | 34029A04100049 | Rústico | Labradío secano | Antonio García Redondo | 230 | 230 | 0 | 920 |
| 54 | Becerril de Campos | 041 | 09013 | 34029A04109013 | Rústico | Hidrografía Natural | Conferencia Hidrográfica del Duero | 7 | 7 | 0 | 25 |
| 55 | Becerril de Campos | 041 | 00003 | 34029A04100003 | Rústico | Labradío secano | Mariano Pedro Carrancio Rodríguez | 106 | 106 | 0 | 426 |
| 56 | Becerril de Campos | 040 | 09024 | 34029A04009024 | Rústico | Vía de dominio Público (Carretera) | Junta de Castilla y León | 21 | 21 | 0 | 0 |
| 57 | Becerril de Campos | 040 | 00014 | 34029A04000014 | Rústico | Labradío secano | Alberto Torres Cisneros | 370 | 370 | 0 | 1.482 |
| | | | | | | | **TOTAL** | **13.003** | **12.984** | **0** | **54.772** |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001330
VISADO

# 11 DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

## 11.1 GESTIÓN DE RECURSOS

A continuación, se detallan los recursos de consumo previstos para la instalación:

- Agua: la correspondiente a las actividades del personal previsto durante la explotación del Proyecto. Se estima un almacenamiento de 3 $m^3$, destinado principalmente a las tareas de limpieza de la planta fotovoltaica.
- Energía: necesaria para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación.
- Material específico:
  - Materiales de limpieza.
  - Materiales de mantenimiento: repuestos, fluidos (lubricantes, refrigerantes, etc.) y demás elementos necesarios.

## 11.2 ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

Con el fin de reducir los consumos descritos anteriormente, evitando el despilfarro y minimizando la contaminación asociada, se proponen las siguientes medidas y/o acciones:

- Reducir el consumo de energía eléctrica implantando una zonificación del alumbrado, permitiendo accionar únicamente los puntos de luz estrictamente necesarios.
- Utilizar detectores de presencia y temporizadores en el alumbrado nocturno para optimizar el uso energético.
- Seleccionar equipos y elementos de alta eficiencia energética para disminuir el consumo eléctrico global.
- Utilizar envases de gran capacidad, reduciendo mermas de producto y la generación de residuos de envase.

### 11.2.1 RESIDUOS GENERADOS

Aunque la actividad no genera residuos de manera directa, sí se producen residuos asociados a las operaciones de mantenimiento y explotación. Los principales tipos son:

- Envases de materiales y elementos utilizados en las instalaciones.
- Materiales y componentes retirados durante las tareas de mantenimiento.
- Restos de productos de limpieza.
- Las siguientes consideraciones generales aplican al tratamiento de estos residuos:
- Se debe minimizar la generación de residuos, especialmente en aquellos considerados peligrosos o los generados en mayor cantidad.
- Cualquier tipo de residuo peligroso deberá ser entregado a un gestor autorizado.
- Algunas de las medidas que se adoptan para la minimización de los residuos son las que se presentan a continuación:
- Emplear envases y embalajes de mayor capacidad, evitando restos de producto y reduciendo la cuantía de envases utilizados.
- Priorizar el uso de materiales y elementos que no generen residuos peligrosos siempre que sea técnicamente viable.
- Utilizar elementos de larga duración, por ejemplo, luminarias de vida útil prolongada, reduciendo así la frecuencia de sustitución y la generación de residuos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001102
VISADO

### 11.2.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de los residuos generados comprende todas las etapas, desde su generación hasta su entrega a gestores autorizados.

En el caso de los residuos asimilables a Residuos Sólidos Urbanos (RSU), estos se depositarán en contenedores habilitados para tal fin por la Administración Local o por la entidad responsable.

Por su parte, los Residuos No Peligrosos (RNP) deberán entregarse a gestores autorizados, siguiendo sus indicaciones y fomentando la separación en origen siempre que sea posible.

En el Documento Nº7 se ofrece una descripción detallada de los procedimientos de gestión de residuos.

#### 11.2.2.1 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos deben ser entregados siempre a un gestor autorizado, teniendo en cuenta que cada gestor puede estar limitado a ciertos tipos de residuos.

El procedimiento que se debe seguir en la gestión de los residuos peligrosos es el que se presenta a continuación:

- Disponer de un almacén temporal para residuos peligrosos, con las siguientes condiciones:
  - No almacenar por un período superior a seis meses.
  - Evitar mezclas entre residuos o con otros materiales.
  - Utilizar cubetos de retención o depósitos de doble pared para residuos líquidos.
  - Garantizar una capacidad suficiente para los periodos previstos entre recogidas.
- Envasar los residuos peligrosos conforme a la normativa vigente, utilizando envases resistentes y adecuados.
- Etiquetar correctamente los envases, evitando confusiones.
- Mantener un registro actualizado de residuos peligrosos.
- Antes de la entrega de un residuo peligroso a un gestor autorizado debe disponerse de un documento acreditativo de la aceptación de dicho residuo por el gestor.
- Conservar la documentación de control de los residuos cumplimentada, durante un período mínimo de 5 años.
- Comunicar a la Administración autonómica cualquier incidencia destacable (derrame, pérdida, desaparición).
- Comunicar a la Administración autonómica, con al menos 10 días de antelación, el traslado de residuos y entregarlos solo a transportistas autorizados.
- Presentar la Declaración anual de residuos peligrosos ante la Administración autonómica, y un estudio de minimización cada 4 años.
- Disponer de un seguro de responsabilidad civil cuando así lo exija la Administración.
- Previo al inicio de la actividad, se presentará la Comunicación previa de industrias o actividades productoras de residuos al organismo competente.

#### 11.2.2.2 Residuos no peligrosos

La instalación generará residuos no peligrosos en cantidades reducidas, similares a los producidos en actividades ordinarias (envases, restos derivados del uso de materiales y productos). La recogida selectiva de residuos, implantada en la Comunidad Autónoma, garantiza el adecuado tratamiento de los mismos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 11.3 LIMPIEZA Y RESTAURACIÓN

Previamente a la finalización de los trabajos, se deberá realizar una limpieza general de todos los residuos y desechos generados durante la instalación.

Una vez finalizadas las obras, y en caso de que exista compactación del suelo por el tránsito de maquinaria se procederá a su recuperación mediante ripado, escarificado ligero o arado, en función de los daños provocados. Posteriormente, se restituirá la tierra vegetal retirada durante los movimientos de tierras, preferentemente en las zonas de trabajo temporal, para facilitar la regeneración natural.

Todas estas actuaciones se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el Estudio de Impacto Ambiental, en la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental y en el resto de las autorizaciones aplicables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 12 NORMATIVA DE APLICACIÓN

El suministro y los equipos asociados deberán ser diseñados, fabricados, ensayados e instalados según la normativa vigente.

## 12.1 NORMATIVA TÉCNICA

### 12.1.1 DIRECTIVA COMUNITARIA

La directiva comunitaria que se deberá tener en cuenta en esta memoria técnica es:

- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Reglamento (UE) 2016/1388 de la Comisión, de 17 de agosto de 2016, por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Reglamento (UE) 2016/631 De la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Corrección de errores del Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red (DO L 112 de 27.4.2016).
- Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) n °548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.

### 12.1.2 REGLAMENTACIÓN ELÉCTRICA

A continuación, se indican las normas aplicables a este proyecto:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. En cumplimiento con la ITC RAT 02, se declaran de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

**ITC – RAT 02**

| 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. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013339
VISADO

| GENERALES | |
|---|---|
| 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-EN 60617-2:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general. |
| UNE-EN 60617-3:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión. |
| UNE-EN 60617-6:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica. |
| UNE-EN 60617-7:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección. |
| UNE-EN 60617-8:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización. |
| 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 60507:1995 | Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna. |

| APARAMENTA | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-1:2009 | Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes. |
| UNE-EN 62271-1/A1:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes. |
| UNE-EN 61439-5:2011 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública. |

| SECCIONADORES | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-102:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

| | |
|---|---|
| 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 60265-1:1999 | Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV. |
| 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 62271-104:2010 | Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores 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 62271-100:2011 | 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 a 52 kV. |
| UNE-EN 62271-201:2007 | Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 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 20324:1993 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324 ERRATUM:2004 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324/1M:2000 | 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). |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

| TRANSFORMADORES DE POTENCIA | |
|---|---|
| UNE-EN 60076-1:1998 | Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60076-1/A1:2001 | Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. |
| 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 60076-3:2002 | Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire. |
| UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006 | 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 50464-1:2010 | 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 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013 | Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 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 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00332
VISADO

| TRANSFORMADORES DE POTENCIA | |
|---|---|
| | sinusoidales. |

| CENTROS DE TRANSFORMACIÕN PREFABRICADOS | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-202:2007 | Aparamenta de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión. |
| UNE EN 50532:2011 | Conjuntos compactos de aparamenta para centros de transformación (CEADS). |

| TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN | |
|---|---|
| UNE-EN 50482:2009 | Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con Um hasta 52 kV. |
| UNE-EN 60044-1:2000 | Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. |
| UNE-EN 60044-1/A1:2001 | Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. |
| UNE-EN 61869-1:2010 | Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 61869-2:2013 | Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad. |
| UNE-EN 61869-5:2012 | Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos. |
| UNE-EN 60044-2:1999 | Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. |
| UNE-EN 60044-2/A1:2001 | Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. |
| UNE-EN 61869-3:2012 | Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos. |
| UNE-EN 60044-3:2004 | Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados. |

| PARARRAYOS | |
|---|---|
| UNE-EN 60099-1:1996 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-1/A1:2001 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN | |
|---|---|
| UNE-EN 60282-1:2011 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente. |
| UNE 21120-2:1998 | Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión. |

| CABLES Y ACCESORIOS 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.<br>Procedimiento para llama premezclada de 1 kW. |
| UNE-EN 60228:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE 211002:2012 | Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas. |
| UNE 21027-9:2007/1C:2009 | Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. 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 211620:2012 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. |
| UNE 211027:2013 | Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |
| UNE 211028:2013 | Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. En cumplimiento con la ITC LAT 02, se declaran de obligado cumplimiento las siguientes normas y especificaciones técnicas:

**ITC - LAT 02**

| GENERALES | |
|---|---|
| UNE-EN 60529:2018 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 60529:2018/A1:2018 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 60529:2018/A2:2018 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 60060-1:2012 | Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de |

| GENERALES | |
|---|---|
| | ensayo. |
| UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019-02 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 50102:1996 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1:19992 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 60060-2:2012 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60060-3:2006 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ. |
| UNE-EN 60060-3:2006 CORR.:2007 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ. |
| UNE-EN IEC 60071-1:2020 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |
| UNE-EN IEC 60071-2:2018 | Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación. |
| UNE-EN 60270:2002 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales. |
| UNE-EN 60270:2002/A1:2016 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales. |
| UNE-EN 60865-1:2013 | Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo. |
| UNE-EN 60909-3:2011 | Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra. |

| CABLES Y CONDUCTORES | |
|---|---|
| UNE 21144-1-1:2012 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades. |
| UNE 21144-1-1:2012/1M:2015 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: 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 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. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133302
VISADO

| CABLES Y CONDUCTORES | |
|---|---|
| UNE 21144-2-1/1M:2002 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-1:1997/2M:2007 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-2:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar. |
| UNE 21144-3-1:2018 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia. |
| UNE 21144-3-2:2000 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia. |
| UNE 21144-3-3:2007 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: 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 21192:1992/1M:2009 | Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático. |
| UNE 207015:2013 | Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aéreas |
| UNE 211003-1:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m$= 1,2 kV) a 3 kV ($U_m$=3,6 kV). |
| UNE 211003-1:2001/1M:2009 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ($U_m$= 1,2 kV) a 3 kV ($U_m$=3,6 kV). |
| UNE 211003-2:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m$= 1,2 kV) a 3 kV ($U_m$=3,6 kV). |
| UNE 211003-2:2001/1M:2009 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ($U_m$= 1,2 kV) a 3 kV ($U_m$=3,6 kV). |
| UNE 211003-3:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m$=36 kV). |
| UNE 211003-3:2001/1M:2009 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ($U_m$=36 kV). |
| UNE 211067-1:2017 | 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: Requisitos y métodos de ensayo. |
| 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 50182:2002 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50182:2002/AC:2013 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50182:2002 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABRIEROS, Colegiado nº 001302
VISADO

| CABLES Y CONDUCTORES | |
|---|---|
| | cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50182:2002/AC:2013 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50183:2000 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio. |
| UNE-EN 50189:2000 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado. |
| UNE-EN 50397-1:2007 | Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos. |
| UNE-EN 60228:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE-EN 60228 CORR.:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE-EN 61232:1996 | Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos. |
| UNE-EN 61232/A11:2001 | Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos. |
| UNE-HD 620-10E:2012/1M:2020 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina |
| UNE-HD 620—9E:2012/1M:2020 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E—1, 9E—3 y 9E—5). |
| UNE 211632-4A:2017 | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m$ = 42 kV) hasta 150 kV ($U_m$ = 170 kV). Parte 4A: Cables unipolares con aislamiento seco de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3) |
| UNE 211632—6A:2017 | Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m$ = 42 kV) hasta 150 kV ($U_m$ = 170 kV). Parte 6A: Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina o de polietileno de alta densidad (tipos 1, 2 y 3) |
| UNE 211006:2010 | Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna. |
| UNE 211620:2020 | Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E—6,10E—7, 10E—8 y 10E—9) |
| UNE 211027:2013 | Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |
| UNE 211028:2013 | Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |
| | Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| CABLES Y CONDUCTORES | |
|---|---|
| UNE 211028:2013/1M:2016 | hasta 18/30 (36 kV). |
| UNE 211028:2013/1M:2016 | Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV). |
| UNE-EN 50540:2010 | Conductores para líneas aéreas. Conductores de aluminio soportados por acero (acss). |

| ACCESORIOS PARA CABLES | |
|---|---|
| UNE 21021:1983 | Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV. |
| UNE-EN 61854:1999 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores. |
| UNE-EN 61897:2000 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo «Stockbridge». |

| APOYOS Y HERRAJES | |
|---|---|
| UNE 21004:1953 | Crucetas de madera para líneas eléctricas. |
| UNE-EN 14229:2011 | Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas |
| UNE 56416:1988 | Protección de maderas. Métodos de tratamiento. |
| UEN—EN 13991:2004 | Derivados de la pirólisis del carbón. Aceites obtenidos de alquitrán de hulla: creosotas. Especificaciones y métodos de ensayo. |
| UNE-EN ISO 10684:2006 | Elementos de fijación. Recubrimientos por galvanización en caliente (ISO 10684:2004) |
| UNE 207009:2019 | Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión. |
| UNE 207016:2007 | Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE 207017:2010 | Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE 207018:2018 | Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE-EN 60652:2004 | Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE-EN 61284:1999 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes. |
| UNE-EN ISO 1461:2010 | Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. |
| Especificación UNE 0059:2017 | Postes de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para líneas eléctricas aéreas de distribución y líneas de telefonía. |

| 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. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

| | |
|---|---|
| UNE-EN 62271-104:2015 | Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 52 kV. |
| UNE-EN 60282-1:2011 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente. |
| UNE-EN 60282-1:2011/A1:2015 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente. |
| UNE-EN 62271-100:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2017.) |
| UNE-EN IEC 62271-102:2021 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |

| **AISLADORES** | |
|---|---|
| UNE 21009:1989 | Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores |
| UNE 21128:1980 | Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. |
| UNE 21128/1M:2000 | Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. |
| UNE-EN 61109:2010 | Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 61467:2010 | Aisladores para líneas aéreas. Cadena de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para líneas de tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna. |
| UNE-EN 60305:1998 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago. |
| UNE-EN 60372:2004 | Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos. |
| UNE-EN 60383-1:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60383-1/A11:2000 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60383-2:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60433:1999 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| AISLADORES | |
|---|---|
| UNE-EN 61211:2005 | Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire. |
| UNE-EN 61325:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 61466—1:2016 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados |
| UNE-EN 61466—2:1999 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas |
| UNE-EN 61466—2/A1:2003 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas. |
| UNE-EN 61466—2:1999/A2:2018 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas. |
| 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 60099-5:2018 | Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018.) |

- En Baja Tensión se tendrán se indican de obligado cumplimiento las siguientes normativas:
  - Nota de Interpretación Técnica de la equivalencia de la separación Galvánica de la Conexión de Instalaciones generadoras en Baja Tensión.
  - En el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002), las Instrucciones Complementarias:
    - ITC BT- 40 Instalaciones Generadoras de Baja Tensión.
    - ITC BT-02, con el listado de las normas de referencia obligatorias para instalaciones de BT:

**ITC - BT 02**

| | |
|---|---|
| UNE 20062:1993 | Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de incandescencia. Prescripciones de funcionamiento. |
| UNE 20315-1-1: 2017; 2009;<br>2009 ERRATUM:2011 | Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos. Parte 1- 1: Requisitos generales. |
| UNE 20315-1-2: 2017; 2009 | Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos. Parte 1- 2: Requisitos dimensionales del Sistema Español. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| | |
|---|---|
| UNE 20315-2-10: 2012 | Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos. Parte 2- 10: Requisitos particulares para bases de toma de corriente para afeitadoras. |
| UNE 20315-2-11: 2012 | Bases de toma de corriente y clavijas para usos domésticos y análogos. Parte 2- 11: Requisitos particulares para grado de protección IP65/IP67. |
| UNE 20392: 1993 | Aparatos autónomos para alumbrado de emergencia con lámparas de fluorescencia. Prescripciones de funcionamiento. |
| UNE 20460-4-45: 1990 | Instalaciones eléctricas en edificios. Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las bajadas de tensión. |
| UNE 20460-7-703:2006 | Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-703: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Locales que contienen radiadores para saunas. |
| UNE 21018:1980 | Normalización de conductores desnudos a base de aluminio, para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE 21027-9: 2017 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas. |
| UNE 21030-0:2003 | Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. Parte 0: Índice |
| UNE 21030-1: 2014 | Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. Parte 1: Conductores de aluminio. |
| UNE 21030-2: 2003; 2003/1M:2007 | Conductores aislados, cableados en haz, de tensión asignada 0,6/1 kV, para líneas de distribución, acometidas y usos análogos. Parte 2: Conductores de cobre. |
| UNE 21123-1: 2017 | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Cables con aislamiento y cubierta de policloruro de vinilo. |
| UNE 21123-2: 2017 | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo. |
| UNE 21123-3: 2017 | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 3: Cables con aislamiento de etileno-propileno y cubierta de policloruro de vinilo. |
| UNE 21123-4: 2017 | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 4: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina. |
| UNE 21123-5: 2017 | Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 5: Cables con aislamiento de etileno propileno y cubierta de poliolefina. |
| UNE 21144-1-1: 2012; 2012/1M:2015 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1-1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Generalidades. |
| UNE 21144-1-2: 1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas. |
| UNE 21144-2-1: 1997; 1997/1M:2002; 1997/2M: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. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

| | |
|---|---|
| UNE 21144-3-1: 2018 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3-1: Condiciones de funcionamiento. Condiciones del sitio de referencia. |
| UNE 21150: 1986 | Cables flexibles para servicios móviles, aislados con goma de etileno-propileno y cubierta reforzada de policloropreno o elastómero equivalente de tensión nominal 0,6/1 kV. |
| UNE 21166: 1989 | Cables para alimentación de bombas sumergidas. |
| UNE 21302-601: 1991 | Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades. |
| UNE 21302-601/1M: 2000 | Vocabulario electrotécnico. Capítulo 601: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Generalidades. |
| UNE 21302-602: 1991 | Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Producción. |
| UNE 21302-603: 1991 | Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de energía eléctrica. Planificación de redes. |
| UNE 21302-603/1M: 2000 | Vocabulario electrotécnico. Capítulo 603: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Planificación de redes. |
| UNE 21302-604: 1991 | Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación. |
| UNE 21302-604/1M: 2000 | Vocabulario electrotécnico. Capítulo 604: Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Explotación. |
| UNE 21302-605: 1991 | Vocabulario electrotécnico. Producción, transporte y distribución de la energía eléctrica. Subestaciones. |
| UNE 21302-826: 2005 | Vocabulario electrotécnico. Parte 826: Instalaciones eléctricas. |
| UNE 21302-841:2006 | Vocabulario electrotécnico. Parte 841: Electrotermia industrial. |
| UNE 21302-845: 1995 | Vocabulario electrotécnico. Iluminación. |
| UNE 36582:1986 | Perfiles tubulares de acero, de pared gruesa, galvanizados, para blindaje de conducciones eléctricas. (Tubo "conduit") |
| UNE 56547: 2019 | Clasificación visual de los postes de madera para líneas aéreas. |
| UNE 207015: 2013 | Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aérea |
| UNE 207016: 2007 | Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE 207017:2010 | Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE 207018:2018 | Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE 211002:2017 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento termoplástico, y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas. |
| UNE 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 212002-2:2014 | Cables y conductores aislados de baja frecuencia con aislamiento y cubierta de PVC. Parte 2: Cables en pares, tríos, cuadretes y quintetos para instalaciones interiores. |
| UNE-EN 14229: 2011 | Madera estructural. Postes de madera para líneas aéreas. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

| | |
|---|---|
| UNE-EN 50065-1: 2012 | Transmisión de señales por la red eléctrica de baja tensión en la banda de frecuencias de 3 kHz a 148,5 kHz. Parte 1: Requisitos generales, bandas de frecuencia y perturbaciones electromagnéticas. |
| UNE-EN 50085-1: 2006;<br>2006/A1:2013; 1997;<br>1997/A1:1999 | Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 50102: 1996;<br>1996/A1:1999; 1996 CORR:2002; 1996/A1<br>CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50107-1: 2003;<br>2003/A1:2004 | Rótulos e instalaciones de tubos luminosos de descarga que funcionan con tensiones asignadas de salida en vacío superiores a 1 kV pero sin exceder 10 kV. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 50160: 2011; 2011/A1:2015 | Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución. |
| UNE-EN 50182: 2002;<br>2002/AC:2013 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas. |
| UNE-EN 50200: 2016 | Método de ensayo de la resistencia al fuego de cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia. |
| UNE-EN 50362: 2003 | Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de energía y transmisión de datos de gran diámetro, sin protección, para uso en circuitos de emergencia. |
| UNE-EN 50395: 2005; 2005/A1:2011 | Métodos de ensayo eléctricos para cables de energía en baja tensión. |
| UNE-EN 50396: 2006; 2006/A1:2011 | Métodos de ensayos no eléctricos para cables de energía de baja tensión. |
| UNE-EN 50470-1: 2007 | Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Parte 1: Requisitos generales, ensayos y condiciones de ensayo. Equipos de medida (índices de clase A, B y C). |
| UNE-EN 50470-3: 2007 | Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a). Parte 3: Requisitos particulares. Contadores estáticos de energía activa (índices de clasificación A, B y C). |
| UNE-EN 50525-1: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 50525-2-11: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-11: Cables de utilización general. Cables flexibles con aislamiento termoplástico (PVC). |
| UNE-EN 50525-2-12: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-12: Cables de utilización general. Cables extensibles con aislamiento termoplástico (PVC). |
| UNE-EN 50525-2-21: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-21: Cables de utilización general. Cables flexibles con aislamiento de elastómero reticulado. |
| UNE-EN 50525-2-22: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-22: Cables de utilización general. Cables trenzados de alta flexibilidad con aislamiento de elastómero reticulado. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 2013302
VISADO

| | |
|---|---|
| UNE-EN 50525-2-31:2012 | 450/750 V (Uo/U). Parte 2-22: Cables de utilización general. Cables trenzados de alta flexibilidad con aislamiento de elastómero reticulado. |
| UNE-EN 50525-2-41: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-41: Cables de utilización general. Cables unipolares con aislamiento de silicona reticulado. |
| UNE-EN 50525-2-42: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-42: Cables de utilización general. Cables unipolares sin cubierta con aislamiento EVA reticulado. |
| UNE-EN 50525-2-51: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-51: Cables de utilización general. Cables de control resistentes al aceite con aislamiento termoplástico (PVC). |
| UNE-EN 50525-2-71: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-71: Cables de utilización general. Cables planos oropel con aislamiento termoplástico (PVC). |
| UNE-EN 50525-2-72: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-72: Cables de utilización general. Cables planos divisibles con aislamiento termoplástico (PVC). |
| UNE-EN 50525-2-81: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-81: Cables de utilización general. Cables para máquinas de soldar con aislamiento de elastómero reticulado. |
| UNE-EN 50525-2-82: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-82: Cables de utilización general. Cables para guirnaldas luminosas con aislamiento de elastómero reticulado. |
| UNE-EN 50525-2-83: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-83: Cables de utilización general. Cables multiconductores con aislamiento de silicona reticulada. |
| UNE—EN 50525—3—21: 2012 | Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 3-21: Cables con propiedades especiales ante el fuego. Cables flexibles con aislamiento reticulado libre de halógenos y baja emisión de humo. |
| UNE-EN 50550: 2012; 2012/AC:2012; 2012/A1:2015 | Dispositivos de protección contra sobretensiones a frecuencia industrial para usos domésticos y análogos (POP). |
| UNE-EN 50557: 2012 | Requisitos para los dispositivos de rearme automático (ARD) para interruptores automáticos, AD e ID de uso doméstico y análogo. |
| UNE-EN 50575: 2015; 2015/A1:2016 | Cables de energía, control y comunicación. Cables para aplicaciones generales en construcciones sujetos a requisitos de reacción al fuego. |
| UNE-EN 60061-2: 1996 | Casquillos y portalámparas, junto con los calibres para el control de la intercambiabilidad y de la seguridad. Parte 2: Portalámparas. |
| UNE-EN 60079-1: 2016 | Atmósferas explosivas. Parte 1: Protección del equipo por envolventes antideflagrantes “d". |
| UNE-EN 60079-6: 2016 | Atmósferas explosivas. Parte 6: Protección del equipo por inmersión líquida “o”. |
| UNE-EN 60079-10-1: 2013 | Atmósferas explosivas. Parte 10-1: Clasificación de emplazamientos. Atmósferas explosivas gaseosas. |
| UNE-EN 60079-11: 2013 | Atmósferas explosivas. Parte 11: Protección del equipo por seguridad intrínseca "i". |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001382
VISADO

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60079-14: 2016 | Atmósferas explosivas. Parte 14: Diseño, elección y realización de las instalaciones eléctricas. |
| UNE-EN 60079-17: 2014 | Atmósferas explosivas. Parte 17: Inspección y mantenimiento de instalación eléctricas. |
| UNE-EN 60079-19: 2011; 2011/A1:2016 | Atmósferas explosivas. Parte 19: Reparación, revisión y reconstrucción de material. |
| UNE-EN 60079-25: 2017 | Atmósferas explosivas. Parte 25: Sistemas eléctricos de seguridad intrínseca. |
| UNE-EN 60228: 2005; 2005 CORR:2005; 2005 ERRATUM:2011 | Conductores de cables aislados. |
| UNE-EN 60309-1: 2001; 2001/A1:2007; 2001/A2:2013 | Tomas de corriente para usos industriales. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 60309-2: 2001; 2001/A11:2004; 2001/A1:2007; 2001/A2:2013 | Tomas de corriente para usos industriales. Parte 2: Requisitos de intercambiabilidad dimensional para los accesorios de espigas y alvéolos. |
| UNE-EN 60335-2-41: 2005; 2005/A1:2005; 2005/A2:2010 | Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 2-41: Requisitos particulares para bombas. |
| UNE-EN 60335-2-60: 2005; 2005/A1:2007; 2005/A2:2008; 2005/A2:2008 ERRATUM:2010; 2005/A11:2010; 2005/A12:2010 | Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para las bañeras de hidromasaje. |
| UNE-EN 60335-2-76: 2006; 2006/A1:2008; 2006/A11:2008; 2006/A12:2011; 2006/A2:2015 | Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2-76: Requisitos particulares para los electrificadores de cercas. |
| UNE-EN 60423: 2008 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios. |
| UNE-EN 60529: 2018 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 60529: 2018; 2018/A1:2018 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 60598-2-3: 2003; 2003 CORR:2005; 2003/A1:2011 | Luminarias. Parte 2-3: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado público. |
| UNE-EN 60598-2-18: 1997; 1997/A1:2012 | Luminarias. Parte 2: Reglas Particulares. Sección 18: Luminarias para piscinas y usos análogos. |
| UNE-EN 60598-2-22: 2015; 2015/AC:2016-05; 2015/AC:2016-09 | Luminarias. Parte 2-22: Requisitos particulares. Luminarias para alumbrado de emergencia. |
| UNE-EN 60669-1: 2018; 2002; 2002/A1:2003; 2002/A1:2003 CORR:2007; 2002 CORR:2007; 2002 ERRATUM:2007; 2002/A2:2009 | Interruptores para instalaciones eléctricas fijas, domésticas y análogas. Parte 1: Requisitos generales. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60670-1: : 2006; 2006<br>CORR:2008; 2006<br>ERRATUM:2009 V2; 2006 CORR 2:2011; 2006/A1:2013 | Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 60695-2-10: 2013 | Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-10: Método de ensayo del hilo incandescente. Equipos y procedimientos comunes de ensayo. |
| UNE-EN 60695-2-11: 2015 | Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-11: Método de ensayo del hilo incandescente. Ensayo de inflamabilidad para productos terminados. |
| UNE-EN 60695-2-12: 2011; 2011/A1:2014 | Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-12: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Método de ensayo de inflamabilidad del hilo incandescente (GWFI) para materiales. |
| UNE-EN 60695-2-13: 2011; 2011/A1:2014 | Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 2-13: Métodos de ensayo del hilo incandescente. Métodos de ensayo de la temperatura de ignición del hilo incandescente (GWIT) para materiales. |
| UNE-EN60695-11-10:2014; 2014/AC:2015 | Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W. |
| UNE-EN 60702-1: 2002; 2002/A1:2015 | Cables con aislamiento mineral de tensión asignada no superior a 750 V y su conexiones. Parte 1: Cables. |
| UNE-EN 60831-1: 2014; 2014/AC:2014 | Generalidades. Características de funcionamiento, ensayos y valores nominales. Prescripciones de seguridad. Guía de instalación y de explotación. |
| UNE-EN 60831-2: 2014 | Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V. Parte 2: Ensayos de envejecimiento, de autorregeneración y de destrucción. |
| UNE-EN 60898-1: 2004; 2004/A1:2005; 2004/A11:2006;<br>2004 ERRATUM:2009;<br>2004/A12:2009; 2004/IS1:2010;<br>2004/IS2:2010; 2004/IS3:2010;<br>2004/IS4:2010; 2004 ERRATUM:2011; 2004/A13:2013 | Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades. Parte 1: Interruptores automáticos para funcionamiento en corriente alterna. |
| UNE-EN 60898-2: 2007 | Accesorios eléctricos. Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades. Parte 2: Interruptores automáticos para operación en corriente alterna y en corriente continua. |
| UNE-EN 60947-2: 2018; 2007; 2007/A1:2011; 2007/A2:2013 | Aparamenta de baja tensión. Parte 2: Interruptores automáticos. |
| UNE-EN 60998-2-1: 2005 | Dispositivos de conexión para circuitos de baja tensión para usos domésticos y análogos. Parte 2-1: Requisitos particulares para dispositivos de conexión independientes con órganos de apriete con tornillo. |
| UNE-EN 61008-1: 2013; 2013/A1:2015; 2013/A2:2015;<br>2013/A11:2016;<br>2013/A1:2015/AC:2016-06; | Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobreintensidades, para usos domésticos y análogos (ID). Parte 1: Reglas generales. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

| | |
|---|---|
| 2013/A12:2017 | |
| UNE-EN 61008-2-1: 1996; 1996/A11:1999 | Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobreintensidades, para usos domésticos y análogos (ID). Parte 2-1: Aplicabilidad de las reglas generales, a los ID funcionalmente independientes de la tensión de alimentación. |
| UNE-EN 61009-1: 2013; 2013/A1:2015; 2013/A2:2015; 2013/A11:2016; 2013/A12:2016 | Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado, para usos domésticos y análogos (AD). Parte 1: Reglas generales. |
| UNE-EN 61009-2-1: 1996; 1996/A11:1999 | Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobreintensidades incorporado, para usos domésticos y análogos (AD). Parte 2-1: Aplicación de las reglas generales a los AD funcionalmente independientes de la tensión de alimentación. |
| UNE-EN 61140: 2017 | Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos. |
| UNE-EN 61196-3: 2003 | Cables de radiofrecuencia. Parte 3: Especificación intermedia para cables coaxiales usados en redes locales. |
| UNE-EN 61196-3-2: 2003 | Cables de radiofrecuencia. Parte 3-2: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos sólidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s. |
| UNE-EN 61196-3-3: 2003 | Cables de radiofrecuencia. Parte 3-3: Cables coaxiales para comunicación digital en cableado horizontal de inmuebles. Especificación particular para cables coaxiales con dieléctricos expandidos para redes de área local de 185 m cada una y hasta 10 Mb/s. |
| UNE-EN 61196-10: 2016 | Cables coaxiales de comunicación. Parte 10: Especificación intermedia para cables semirrígidos con dieléctrico de politetrafluoroetileno (PTFE). |
| UNE-EN 61386-1: 2008; 2008 ERRATUM:2010 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 61386-21: 2005; 2005/A11:2011 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos. |
| UNE-EN 61386-22: 2005; 2005/A11:2011 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 22: Requisitos particulares. Sistemas de tubos curvables. |
| UNE-EN 61386-23: 2005; 2005/A11:2011 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 23: Requisitos particulares. Sistemas de tubos flexibles. |
| UNE-EN 61386-24: 2011 | Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 24: Requisitos particulares. Sistemas de tubos enterrados bajo tierra. |
| UNE-EN 61439-1: 2012 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales. |
| UNE-EN 61439-3: 2012; 2012 CORR 1:2019; 2012/AC:2019-04 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 3: Cuadros de distribución destinados a ser operados por personal no cualificado (DBO). |
| UNE-EN 61439-4: 2013 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 4: Requisitos particulares para conjuntos para obras (CO). |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001 3302
VISADO

| | |
|---|---|
| UNE-EN 61439-6: 2013 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 6: Canalizaciones prefabricadas. |
| UNE-EN 61557-8: 2016 | Seguridad eléctrica en redes de distribución de baja tensión de hasta 1 000 V en c.a. y 1 500 V en c.c. Equipos para ensayo, medida o vigilancia de las medidas de protección. Parte 8: Dispositivos de detección del aislamiento para esquemas IT. |
| UNE-EN 61558-2-4: 2010 | Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y productos análogos para tensiones de alimentación hasta 1100<br>V. Parte 2-4: Requisitos particulares y ensayos para transformadores de separación de circuitos y unidades de alimentación que incorporan transformadores de separación de circuitos. |
| UNE-EN 61558-2-5: 2011 | Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y las combinaciones de estos elementos. Parte 2-5: Requisitos particulares y ensayos para los transformadores, unidades de alimentación y bloques de alimentación para máquinas de afeitar. |
| UNE-EN 61558-2-15: 2012 | Seguridad de los transformadores, bobinas de inductancia, unidades de alimentación y sus combinaciones. Parte 2-15: Requisitos particulares y ensayos para los transformadores de separación de circuitos para el suministro de locales de uso médico. |
| UNE-EN 61643-11: 2013; 2013/A11:2018 | Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo. |
| UNE-EN 61851-1: 2012 | Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 62196-1: 2015 | Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales. |
| UNE-EN 62196-2: 2017; 2012; 2012/A11:2013; 2012/A12:2014 | Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 2: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para los accesorios de espigas y alvéolos en corriente alterna. |
| UNE-EN 62196-3: 2014 | Bases, clavijas, conectores de vehículo y entradas de vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 3: Compatibilidad dimensional y requisitos de intercambiabilidad para acopladores de vehículo de espigas y alvéolos en corriente continua y corriente alterna/continua. |
| UNE-EN 62208: 2012 | Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparamenta de baja tensión. Requisitos generales. |
| UNE-EN 63024: 2019 | Requisitos para los dispositivos de rearme automático (ARD) para interruptores automáticos, AD e ID de uso doméstico y similar. |
| UNE-HD 603 (serie): 2007; 2007/1M:2017 | Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. |
| UNE-HD 60364-1: 2009; 2009/A11:2018 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 1: Principios fundamentales, determinación de las características generales, definiciones. |
| UNE-HD 60364-4-41: 2018;<br>2018/A11:2018; 2010;<br>2010/A11:2017 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-41: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra los choques eléctricos. |
| UNE-HD 60364-4-43: 2013 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-43: Protección para garantizar la |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001330Z
VISADO

| | |
|---|---|
| | seguridad. Protección contra los choques eléctricos. |
| UNE-HD 60364-5-51: 2010; 2010/A11:2013; 2010/A12:2018 | Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 5-51: Selección e instalación de materiales eléctricos. Reglas comunes. |
| UNE-HD 60364-5-52: 2014; 2014/A11:2018 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones. |
| UNE-HD 60364-5-54: 2015; 2015/A11:2018 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-54: Selección e instalación de los equipos eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección. |
| UNE-HD 60364-6: 2017; 2017/A11:2018; 2017/A12:2018 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 6: Verificación. |
| UNE-HD 60364-7-704: 2018; 2009; 2009/A11:2018 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-704: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Instalaciones en obras y demoliciones. |
| UNE-HD 60364-7-705: 2018; 2010; 2010/A11:2017 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-705: Requisitos para instalaciones y emplazamientos especiales. Establecimientos agrícolas y hortícolas. |
| UNE-HD 60364-7-708: 2011; 2011/A12:2017 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-708: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Parques de caravanas, campings y emplazamientos análogos. |
| UNE-HD 60364-7-721: 2011 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-721: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Instalaciones eléctricas en caravanas y caravanas con motor. |
| UNE-IEC 60050-461: 2009 | Vocabulario electrotécnico. Parte 461: Cables eléctricos. |
| UNE-IEC/TS 60479-1: 2007; 2007 ERRATUM:2009 | Efectos de la corriente sobre el hombre y los animales domésticos. Parte 1: Aspectos generales. |

### 12.1.3 REALES DECRETOS Y NORMATIVA A TENER EN CUENTA

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Resolución de 11 de febrero de 2005 de la Secretaria General de Energía, por la que se aprueba un conjunto de procedimientos de carácter técnico e instrumental necesarios para realizar la adecuada gestión técnica del sistema eléctrica. Se destaca los procedimientos de operación del sistema PO 12.1 para solicitudes de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte, y el PO 12.2 para instalaciones conectadas a la red de transporte; requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-Ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero
- Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida.
- Real Decreto 133/2008, de 12 de junio, por el que se regula la evaluación de incidencia ambiental.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1047/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Real Decreto 738/2015, de 31 de julio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica y el procedimiento de despacho en los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, del ministerio de Industria, Energía y turismo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 2267/2004 de 03 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Orden por la que se aprueba la norma tecnológica de la edificación NTE-IEP/1973, de 24 de marzo de 1973, «Instalaciones de electricidad-puesta a tierra».

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 0013302
VISADO

- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- P.O. 12.1 Solicitudes de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte.
- P.O. 12.2 Instalaciones conectadas a la red de transporte: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio.
- IEC 61000. Compatibilidad electromagnética.
- IEC 61215-1-2:2016. Módulos fotovoltaicos (PV) para uso terrestre.
- IEC 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 61730-1:2019. Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos. Parte 1: Requisitos de construcción.
- IEC 61730-2:2019. Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos.
- IEC 62109-1:2011. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaica. Parte 1: Requisitos generales.
- IEC 62109-2:2013. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos particulares para inversores
- IEC 62116:2014. Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimientos de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red. IEC 62109-1:2011. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaica. Parte 1: Requisitos generales.

## 12.2 LEGISLACIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, publicada en BOE número 192, de 30 de julio de 1988.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, publicado en BOE número 86, de 11 de abril de 2006.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, publicada en BOE número 43 de 19 de febrero de 2002.
- Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos, publicada en BOE número 61 de 12 de marzo de 2002.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015, publicado en BOE número 49 de 26 de febrero de 2009.
- Decreto Legislativo 1/2010, de 18/05/2010, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013382
VISADO

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, publicado en BOE número 297 de 12 de diciembre de 2015.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de Junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

## 12.3 LEGISLACIÓN DE OBRA CIVIL

- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación NTE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente
- parte general y edificación (NCSR-02). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 470/2021, del 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

## 12.4 LEGISLACIÓN INDUSTRIAL

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

## 12.5 LEGISLACIÓN DE SEGURIDAD E HIGIENE APLICABLE

- ITC-33 REBT. Instalaciones provisionales y temporales de obras.
- Recomendación del organismo europeo ICNIRP "ICNIRP GUIDELINES", publicado en Health Physics 99(6):818-836, en 2010, para limitar la exposición a campos eléctricos y magnéticos entre 1 Hz y 100 kHz.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores y todas las actualizaciones que le afectan.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 3302

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

## 12.6 LEGISLACIÓN AUTONÓMICA

- Ley 5/1999, de 8 de abril. Urbanismo de Castilla y León.
- Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- Decreto 22/2004, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.
- Ley 3/2010, de 26 de marzo, de modificación de la Ley 10/1998, de 5 de diciembre, de Ordenación del Territorio de la Comunidad de Castilla León.
- Ley 7/2014, de 12 de septiembre, de Medidas sobre Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbana, y sobre Sostenibilidad, Coordinación y Simplificación en Materia de Urbanismo. (CyL)
- Decreto 1/2015 de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de prevención ambiental de Castilla y León.
- Ley 4/2015, de 24 de marzo, del Patrimonio Natural de Castilla y León.
- Ley 5/2019, de 19 de marzo, de modificación de la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León.
- Decreto-ley 4/2020, de 18 de junio, de impulso y simplificación de la actividad administrativa para el fomento de la reactivación productiva en Castilla y León.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133382

## 12.7 OTRAS NORMAS O INFORMES

- Exigencias de los Organismos Oficiales, Administración Central, Comunidades Autónomas y Ayuntamientos.
- Método de Cálculo y Proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Trasformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.
- Normas particulares de la Compañía de Trasporte/Distribución.
- Normas y recomendaciones UNE y UNESA aplicables a estas instalaciones y equipos.
- Proyectos-Tipo UNESA.
- Informe Anual de la evolución de Cortocircuito en la Red de Transporte del Sistema Eléctrico Peninsular Español 2019.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 13 PLANIFICACIÓN DE LAS OBRAS

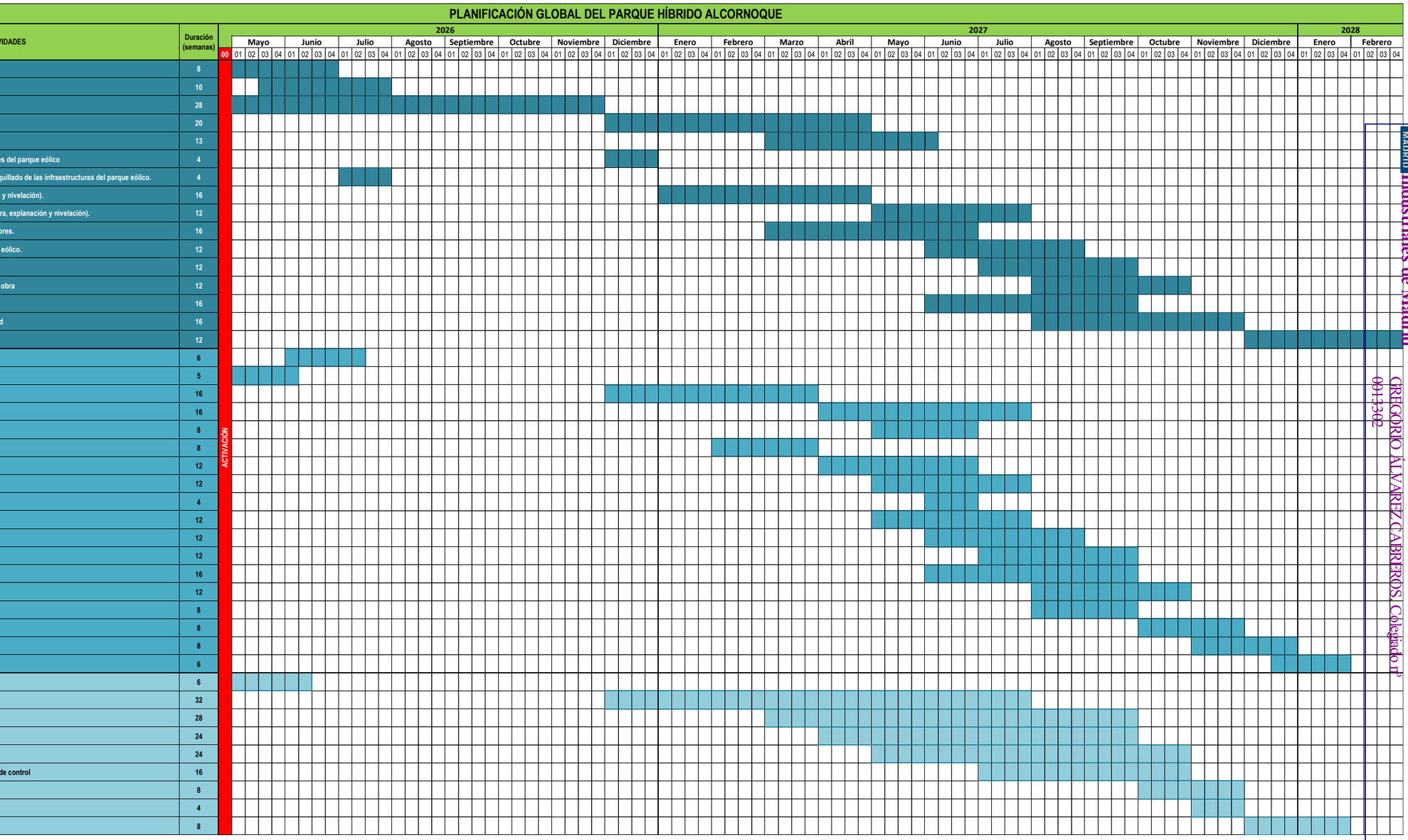
El plazo de estimado para la realización de todas las actividades de ejecución y puesta en marcha del proyecto híbrido completo es de aproximadamente 22 meses. Para dicha estimación, se tienen en cuenta los plazos de suministro de todos los equipos principales y el orden que optimice la duración de este proceso buscando la compatibilidad de las distintas tareas.

A continuación, se recoge, en el siguiente cronograma, la planificación de la construcción del proyecto Híbrido Alcornoque:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## PLANIFICACIÓN GLOBAL DEL PARQUE HÍBRIDO ALCORNOQUE

| | | ACTIVIDADES | Duración (semanas) |
|---|---|---|---|
| PARQUE EOLICO | SUMINISTRO AEROGENERADORES | 1 Estudios geotécnicos | 8 |
| | | 2 Proyectos productivos | 10 |
| | | 3 Autorización administrativa de construcción | 28 |
| | | 4 Fabricación de aerogeneradores | 20 |
| | | 5 Envio de equipos a obra | 13 |
| | OBRA CIVIL | 6 Activación total del contrato para las obras civiles del parque eólico | 4 |
| | | 7 Trabajos previos de replanteo, topografía y estaquillado de las infraestructuras del parque eólico. | 4 |
| | | 8 Construcción de caminos (apertura, explanación y nivelación). | 16 |
| | | 9 Construcción de plataformas de montaje (apertura, explanación y nivelación). | 12 |
| | | 10 Construcción de cimentaciones de aerogeneradores. | 16 |
| | | 11 Zanjas del Sistema Colector de 30 kV del parque eólico. | 12 |
| | | 12 Cableado del sistema colector de 30 kV | 12 |
| | | 13 Restauración medioambiental y limpieza final de obra | 12 |
| | MONTAJE E.M. | 14 Montaje de aerogeneradores | 16 |
| | | 15 Montaje Electromecánico e inspección de calidad | 16 |
| | | 16 Puesta en marcha | 12 |
| PLANTA FOTOVOLTAICA | | 16 Ingeniería de detalle | 6 |
| | | 17 Pull out Test | 5 |
| | | 18 Pedido/Acopio estructura | 16 |
| | | 19 Suministro de módulos | 16 |
| | | 20 Acopio de CTs/ Inversores | 8 |
| | | 21 Vallado | 8 |
| | | 22 Zanjas sistema seguridad | 12 |
| | | 23 Zanjas FV | 12 |
| | | 24 Instalación sist. seguridad | 4 |
| | | 25 Hincado estructura | 12 |
| | | 26 Montaje estructura | 12 |
| | | 27 Montaje módulos | 12 |
| | | 28 Cableado solar | 16 |
| | | 29 Instalación inversores | 12 |
| | | 30 Instalación CTs | 8 |
| | | 31 Cableado aluminio | 8 |
| | | 32 Conexionado y pruebas en vacío | 8 |
| | | 33 Legalización y puesta en marcha | 6 |
| LÍNEA DE EVACUACIÓN Y EDIFICIO ELÉCTRICO | | 34 Ingeniería de detalle | 6 |
| | | 35 Fabricación y suministro de materiales | 32 |
| | | 36 Edificio eléctrico y de control (Obra civil) | 28 |
| | | 37 Apertura y tapado de zanjas | 24 |
| | | 38 Cableado de LAT 30 kV | 24 |
| | | 39 Montaje electromecánico del edificio eléctrico y de control | 16 |
| | | 40 Ensayos y pruebas en vacío | 8 |
| | | 41 Conexión con posición SET La Higuera | 4 |
| | | 42 Ensayos y pruebas en carga | 8 |




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 011302
VISADO

# 14 ORGANISMOS AFECTADOS

Se indica a continuación, según la búsqueda realizada por la propiedad, el listado de las Administraciones Públicas, Organismos y empresas de servicio público con bienes o responsables de servicios que pudiesen verse afectadas por la construcción del proyecto.

En todas las infraestructuras afectadas se han mantenido las distancias estipuladas al respecto (servidumbres, zonas de policía, etc.). Para cada una de ellas se realizará la correspondiente separata según lo indicado en el RD 1955/2000 y será entregada al organismo sustantivo en cada caso, que se incluyen a continuación:

| ORGANISMO | DIRECCIÓN POSTAL |
|---|---|
| Ayuntamiento de Paredes de Nava | Plaza de San Francisco, nº 1, 34300, Paredes de Nava, Palencia |
| Ayuntamiento de Perales | Plaza Mayor, nº 2 34131 Perales, Palencia. |
| Ayuntamiento de Becerril de Campos | Plaza Mayor, nº 1, 34310 Becerril de Campos, Palencia |
| Sección Vías Pecuarias. Servicio Territorial de Medioambiente de Palencia. Junta de Castilla y León | Av. De Casado del Alisal, nº 27. C.P.: 34001 Palencia |
| Servicio Territorial de Industria, Comercio y Economía. | Avenida Casado del Alisal, 27 – 34001 Palencia. |
| Confederación Hidrográfica del Duero | C/ Muro, nº 5, C. P. 47004, Valladolid |
| Servicio Territorial de Movilidad y Transformación Digital de Palencia | Av. De Casado del Alisal, nº 27. C.P.: 34001 Palencia |

11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
Firmado digitalmente por 11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
DN: cn=11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007), c=ES, o=ALCORNOQUE SOLAR SL, email=GAC@GRUPOIBEREOLICA.COM
Fecha: 2026.04.15 17:18:26 +02'00'

ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
Firmado digitalmente por ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
DN: cn=ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D, c=ES
Fecha: 2026.04.15 16:39:21 +02'00'

**LA PROPIEDAD:**

**ALCORNOQUE SOLAR S.L.U.**

**Fdo.: D. Gregorio Álvarez Cabreros**

**Ingeniero Técnico Industrial**

**Nº de Colegiado:13.302**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado 0013302
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# ANEXO I

# Permiso de Acceso y Conexión de REE Actualizado

red eléctrica
Una empresa de Redeia

**D. GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS**
ALCORNOQUE SOLAR, S.L.

Asunto: Actualización de los permisos de acceso y conexión concedidos para generación a la red de transporte para la conexión en la subestación GRIJOTA 400 kV.

*(Complementa a comunicaciones indicadas en notas al pie de Tabla 1, consecuencia de la modificación de las características declaradas).*

Ref.: DDS.DAR.26_0623

Estimados Sres.,

Hemos recibido su comunicación en la que nos solicitan actualización de acceso y conexión, en la subestación GRIJOTA 400 kV, como consecuencia de la incorporación de una hibridación de la instalación de generación incluida en la Tabla 1.

| NOMBRE DE INSTALACIÓN | P.INST [MW] | CAPACIDAD DE ACCESO [MW] | MUNICIPIO | PROVINCIA | TITULAR | CÓDIGO PROCESO (*) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| INSTALACIÓN PREVISTA CON PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN QUE SOLICITA ACTUALIZACIÓN. CARACTERÍSTICAS ORIGINALES | | | | | | |
| **FV** Alcornoque Solar (i) | 50 | 47,16 | Paredes de Nava | Palencia | ALCORNOQUE SOLAR S.L. | RCR-230220 |
| CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN PREVISTA TRAS ACTUALIZACIÓN PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN AUTORIZADA POR LA PRESENTE COMUNICACIÓN | | | | | | |
| **HIB** Alcornoque | 99 | 47,16 | Paredes de Nava | Palencia | ALCORNOQUE SOLAR S.L. | GENT-AC-10-48453-26 |

Hibridación compuesta por los siguientes módulos:

| INSTALACIÓN HÍBRIDA | MÓDULOS DE LA INSTALACIÓN | P.INST [MW] |
|---|---|---|
| **HIB** Alcornoque | **FV** Alcornoque Solar | 50 |
| | **PE** Alcornoque | 49 |

*(HIB): Planta híbrida (PE): Parque eólico (FV): Planta fotovoltaica*

*P.inst: Potencia instalada según RD413/2014.*

*Capacidad de acceso de la instalación: corresponde con la potencia activa máxima inyectable a la red.*

*(*) Código de proceso a utilizar en próximas comunicaciones con REE.*
*(i) Instalación con permiso de acceso otorgado en comunicación de referencia DDS.DAR.19_591 de fecha 4 de febrero de 2019, con permiso de conexión otorgado en comunicación de referencia DDS.DAR.22_0146 de fecha 23 de enero de 2022, y actualizados por la presente.*

Tabla 1. Instalación de generación en la subestación GRIJOTA 400 kV a la que aplica la presente comunicación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS (Colegiado nº 0013302)
VISADO

Adicionalmente, se informa que procede la actualización de los permisos de acceso y conexión otorgados para la instalación descrita en la Tabla 1, manteniéndose la vigencia, las limitaciones y condicionantes establecidas en las comunicaciones indicadas en (i) como consecuencia de la modificación de la potencia instalada a 99 MW por la incorporación de un nuevo módulo de eólico de 49 MW de potencia instalada.

A este respecto, les informamos que la presente actualización se realiza conforme a lo dispuesto en la Disposición Adicional decimocuarta del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, modificado en su Disposición Final segunda por el Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, constituyendo una actualización por hibridación que cumple con los términos del apartado 3 del artículo 27 del RD 1183/2020.

A este respecto, como consecuencia de las modificaciones indicadas en la Tabla 1, se actualizan los permisos de acceso y conexión otorgados para la instalación descrita en dicha tabla.

Les recordamos que lo dispuesto en el artículo 26 del RD 1183/2020 relativo a la caducidad de los permisos de acceso y conexión, resulta de aplicación a todos los módulos de la instalación incluidos en la Tabla 1. Para el módulo con permiso otorgado con carácter previo a la presente comunicación se mantienen las condiciones de vigencia, las limitaciones y condicionantes establecidos en las comunicaciones indicadas en (i) de la Tabla 1. Para el nuevo módulo de eólico serán de aplicación los plazos siguientes:

| Hitos | Plazos |
|---|---|
| Solicitud presentada y admitida de autorización administrativa previa | +6 meses desde la fecha de la presente comunicación |
| Obtención de declaración de impacto ambiental favorable | +31 meses desde la fecha de la presente comunicación |
| Obtención de autorización administrativa previa | +34 meses desde la fecha de la presente comunicación |
| Obtención de autorización administrativa de construcción | +37 meses desde la fecha de la presente comunicación |
| Obtención de autorización de explotación definitiva | +5 años desde la fecha de la presente comunicación |

En la culminación del procedimiento de conexión, el Contrato Técnico de Acceso (CTA), a celebrar entre los productores, el Representante de nudo a estos efectos y el titular del punto de conexión a la red de transporte, habrá de reflejar los requerimientos y condicionantes técnicos establecidos en la reglamentación vigente. A este respecto, tras la obtención de la autorización administrativa en la que se reflejen las características de las instalaciones de generación y evacuación, coincidentes con la información remitida a Red Eléctrica de España, deberán proceder a la firma del CTA según lo establecido en el Real Decreto 1183/2020.

Por último, ponemos en su conocimiento que **para la puesta en servicio de las nuevas instalaciones** deberá observarse lo establecido en el Real Decreto 647/2020, y en particular los requisitos normativos incluidos en los procedimientos de operación del sistema eléctrico peninsular (SEPE) o en los territorios no peninsulares (TNP), según aplique. Rogamos que inicien dicho proceso a través del módulo de Puesta en Servicio del Portal de Servicios a Clientes con la antelación suficiente, y en todo caso considerando el plazo normativo de 2 meses previamente al primer acoplamiento. Pueden encontrar mayor detalle sobre este proceso en:

https://www.ree.es/es/clientes/generador/puesta-en-servicio-de-nuevas-instalaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95DD GREGORIO ALVAREZ CABREROS Colegiado nº 0013302

Quedamos a su disposición para cualquier información adicional al respecto.

Atentamente,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Fdo: Miguel de la Torre Rodríguez
Director de Desarrollo del Sistema

c.c.: *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Subdirección General de Energía Eléctrica)*
*CNMC (Subdirección de Energía Eléctrica)*
*Junta de Castilla y León (Dirección General de Energía y Minas)*
*Junta de Castilla y León (Ente Público Regional de la Energía)*

*JFV*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# ANEXO II

# Fichas Técnicas

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO



# 1 PLANTA FOTOVOLTAICA

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO



## 1.1 Módulo Fotovoltaico

# Vertex N

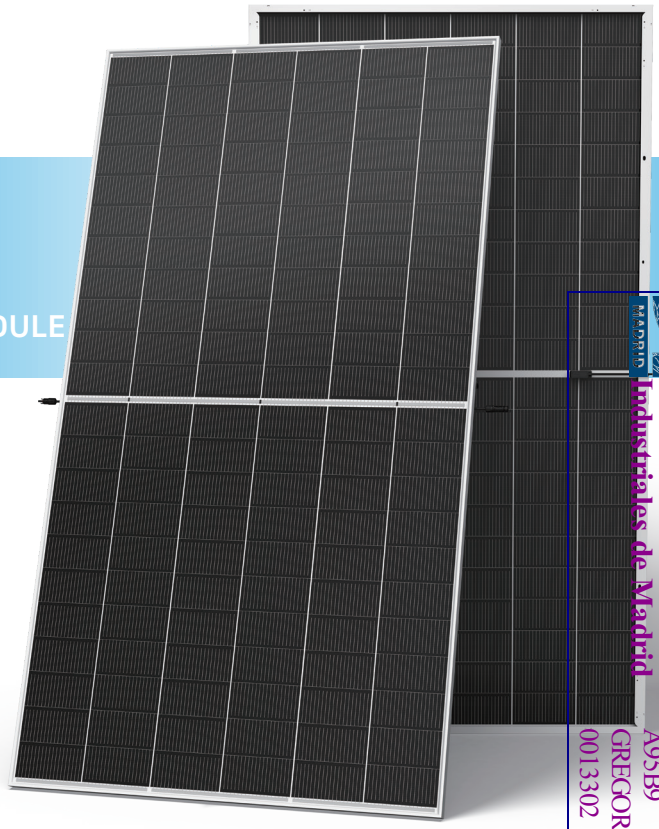
# N-type i-TOPCon

## BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

TSM-NEG21C.20 **700-725W**

**725**W / MAXIMUM POWER OUTPUT

**23.3**% / MAXIMUM EFFICIENCY



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en la sede electrónica del Colegio
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS colegiado nº 0013302
VISADO

### High customer value

- Standardized module size with flagship module power, 35W higher compared with conventional technology
- Low voltage design with higher string power, effectively reducing BOS (Balance of System) and LCOE (Levelized Cost of Energy) by 2%~6%
- Higher container space utilization effectively reduces the freight cost
- Certified Low-Carbon Footprint
- The Star of LCOE

### High power up to 725W

- Up to 23.3% module efficiency , on 210 innovation platform
- Patented i-TOPCon technology with continuous efficiency improvement, including contact resistance reduction, rear reflection enhancement and edge quality repairment

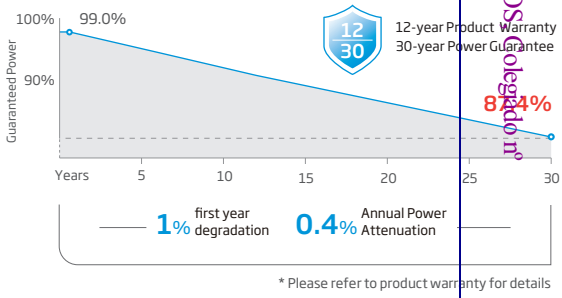
### High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology and high-density packaging
- Reduced risks of hot-spot with half-cut technology
- Certified high resistance against salt, ammonia, sand, PID, LID, LeTID
- Sustainable in harsh environments and extreme weather conditions

### High energy yield

- Excellent low irradiation performance, validated by 3rd party
- Lower temperature coefficient (-0.29%/°C)
- Higher bifaciality, with up to 10%~20% additional power gain from back side depending on albedo
- Reliable dual-glass structure with 30-year power guarantee

### Performance Warranty




* Please refer to product warranty for details

### Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System
ISO14067: Product Carbon Footprint Limited Assurance

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2025 Trina Solar Co.,Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
The right of final interpretation belongs to Trina Solar Co.,Ltd.

Version number: TSM_EN_2025_A

# Vertex N

N-type i-TOPCon Bifacial Dual Glass Monocrystalline Module

## ELECTRICAL DATA (STC & NOCT & BNPI)

| Testing Condition | STC | NOCT | BNPI | STC | NOCT | BNPI | STC | NOCT | BNPI | STC | NOCT | BNPI | STC | NOCT | BNPI | STC | NOCT | BNPI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peak Power Watts-PMAX(Wp)* | 700 | 534 | 776 | 705 | 540 | 781 | 710 | 543 | 787 | 715 | 547 | 792 | 720 | 551 | 798 | 725 | 555 | 801 |
| Power Selection (W)** | 0 ~ +5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum Power Voltage-VMPP (V) | 40.5 | 38.0 | 40.5 | 40.7 | 38.3 | 40.7 | 40.9 | 38.5 | 40.9 | 41.1 | 38.7 | 41.1 | 41.3 | 38.8 | 41.3 | 41.5 | 39.0 | 41.5 |
| Maximum Power Current-IMPP (A) | 17.29 | 14.04 | 19.15 | 17.33 | 14.08 | 19.19 | 17.36 | 14.12 | 19.23 | 17.40 | 14.14 | 19.28 | 17.44 | 14.19 | 19.32 | 17.47 | 14.23 | 19.36 |
| Open Circuit Voltage-VOC (V) | 48.6 | 46.1 | 48.6 | 48.8 | 46.3 | 48.8 | 49.0 | 46.5 | 49.0 | 49.2 | 46.7 | 49.2 | 49.4 | 46.9 | 49.4 | 49.6 | 47.1 | 49.6 |
| Short Circuit Current-ISC (A) | 18.32 | 14.76 | 20.30 | 18.36 | 14.80 | 20.34 | 18.40 | 14.83 | 20.39 | 18.44 | 14.86 | 20.43 | 18.49 | 14.90 | 20.49 | 18.54 | 14.94 | 20.54 |
| Module Efficiency η m (%) | 22.5 | | | 22.7 | | | 22.9 | | | 23.0 | | | 23.2 | | | 23.3 | | |

STC: Irradiance 1000W/m2, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. BNPI: Irradiance: front 1000W/m², rear 135W/m²,Temperature25°C, Air Mass AM1.5
*Measuring tolerance: ±3%. **Power selection up to: +3%.

## Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)

| Backside Power Gain | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peak Power Watts-PMAX(Wp) | 735 | 770 | 740 | 776 | 746 | 781 | 751 | 787 | 756 | 792 | 761 | 798 |
| Maximum Power Voltage-VMPP (V) | 40.5 | 40.5 | 40.7 | 40.7 | 40.9 | 40.9 | 41.1 | 41.1 | 41.3 | 41.3 | 41.5 | 41.5 |
| Maximum Power Current-IMPP (A) | 18.15 | 19.02 | 18.20 | 19.06 | 18.23 | 19.10 | 18.27 | 19.14 | 18.31 | 19.18 | 18.34 | 19.21 |
| Open Circuit Voltage-VOC (V) | 48.6 | 48.6 | 48.8 | 48.8 | 49.0 | 49.0 | 49.2 | 49.2 | 49.4 | 49.4 | 49.6 | 49.6 |
| Short Circuit Current-ISC (A) | 19.24 | 20.15 | 19.28 | 20.20 | 19.32 | 20.24 | 19.36 | 20.28 | 19.41 | 20.34 | 19.47 | 20.39 |

Power Bifaciality:80±5%.

## TEMPERATURE RATINGS

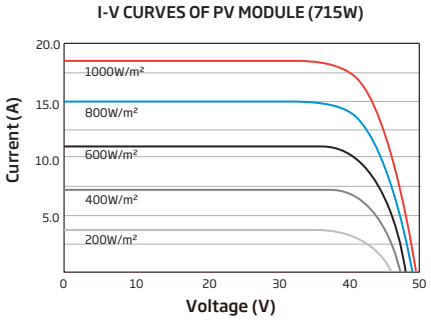
| | |
|---|---|
| NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) | 43℃ (±2℃) |
| Temperature Coefficient of PMAX | - 0.29% /℃ |
| Temperature Coefficient of VOC | - 0.24% /℃ |
| Temperature Coefficient of ISC | 0.04% /℃ |

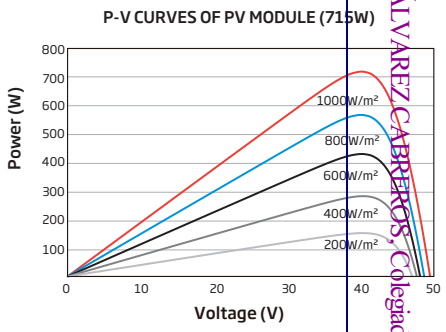
Due to different testing methods, the actual performances might differ from the declared specifications.

## APPLICATION CONDITIONS

| | |
|---|---|
| Operating Temperature | -40~+70℃ |
| Maximum System Voltage | 1500V DC (IEC) |
| | 1500V DC (UL) |
| Max Series Fuse Rating | 35A |

## CURVES OF PV MODULE

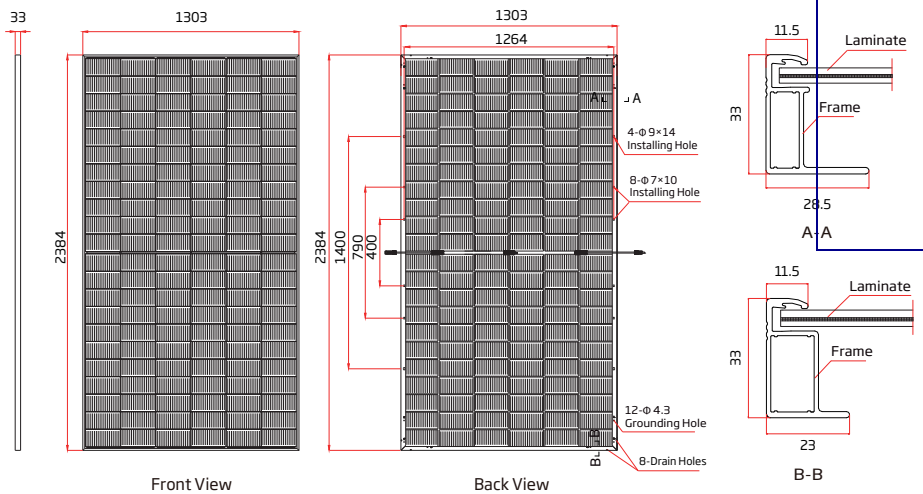



## MECHANICAL DATA

| | |
|---|---|
| Solar Cells | N-type i-TOPCon Monocrystalline |
| No. of cells | 132 cells |
| Module Dimensions | 2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches) |
| Weight | 38.3 kg (84.4 lb) |
| Front Glass | 2.0 mm (0.08 inches), AR Coating Heat Strengthened Glass |
| Back Glass | 2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Coating) |
| Frame | 33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy |
| J-Box | IP 68 rated |
| Cables | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized |
| Connector | MC4 EVO2 / TS4 Plus / TS4* |
| Packaging | Modules per box: 33 pieces Modules per 40' container: 594 pieces |

*Please refer to regional datasheet for specified connector.




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS - Colegiado nº 0013302
VISADO

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2025 Trina Solar Co.,Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.
The right of final interpretation belongs to Trina Solar Co.,Ltd.

Version number: TSM_EN_2025_A

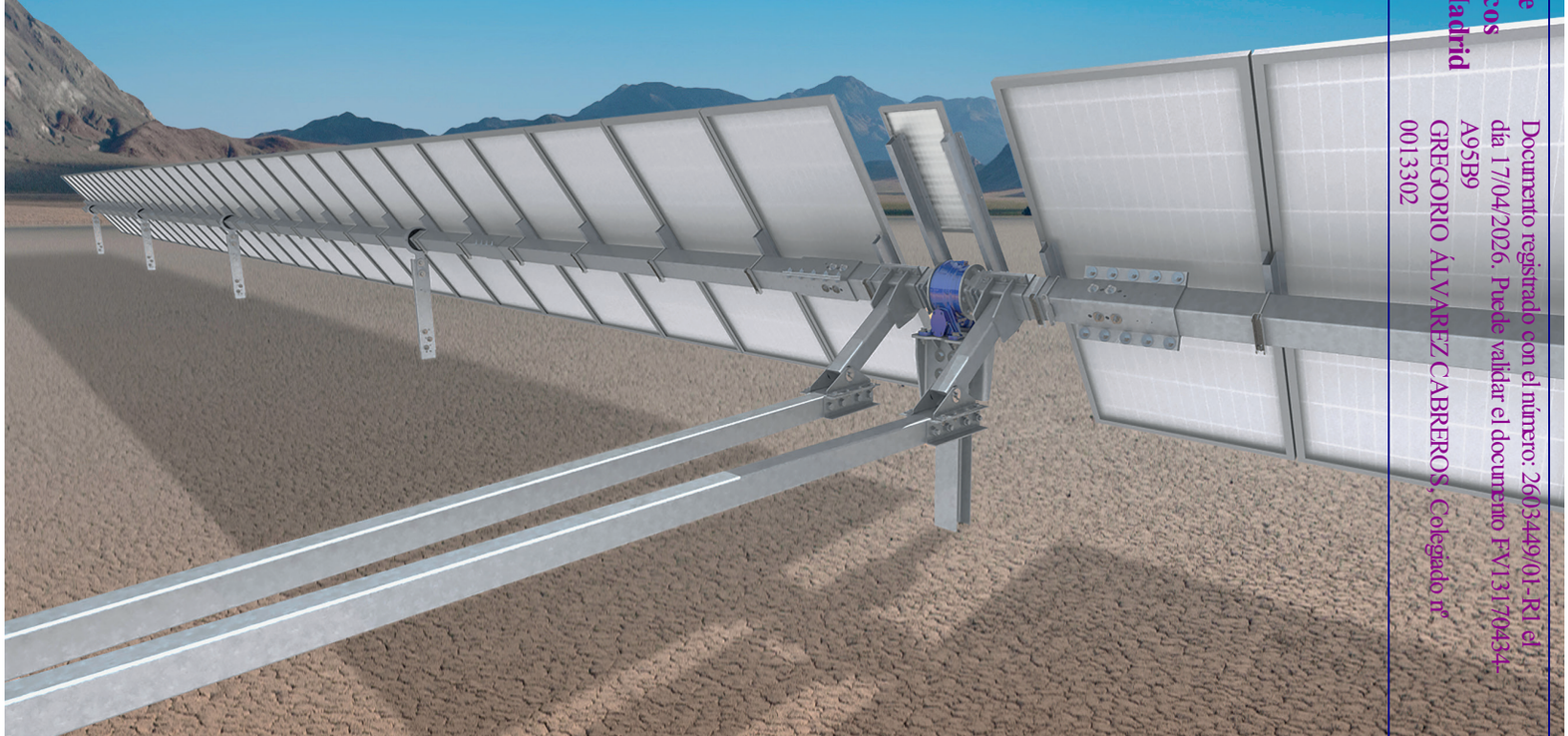
www.trinasolar.com

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 1.2 Seguidor

# AXone DUO

*Efficiency synchronized*



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 26/03449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

3703

cpp

pvhardware.com

PVH

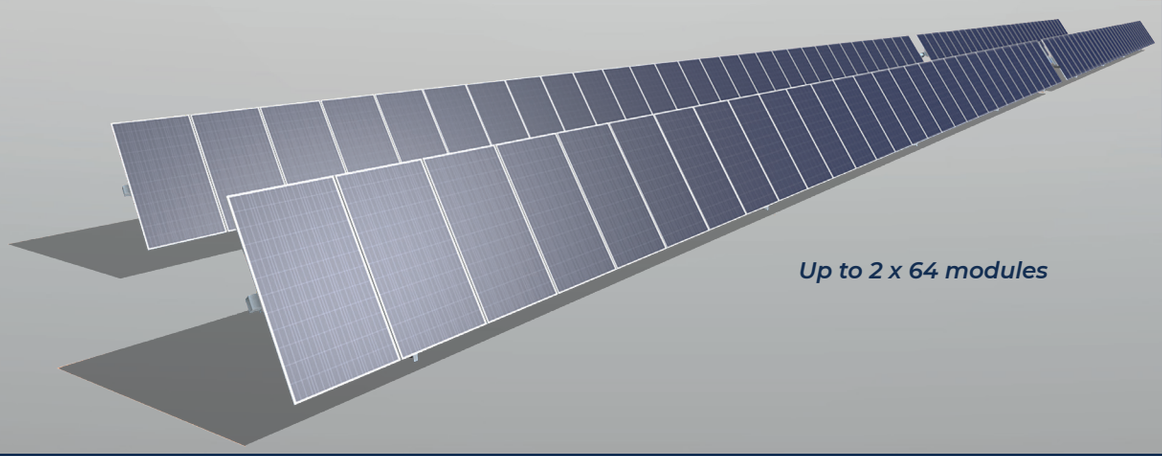
AXone DUO

# STRUCTURAL & MECHANICAL SPECIFICATIONS

| | |
|---|---|
| **Tracker** | *Horizontal single-axis with central driveline architecture in dual row* |
| **Rotational range** | *+/-60º* |
| **Drive** | *Gear Drive Arm Screw* |
| **Motor** | *DC Motor* |
| **Motors per MWp (390 Wp modules)** | *Approx. 14.25* |
| **Ground coverage ratio** | *30-50%, depending on configuration* |
| **Modules supported** | *All market available modules, including thin film* |
| **Slope tolerances** | *N-S: up to 14%, E-W: unlimited* |
| **Module configuration** | *1 module in portrait / 2 modules in landscape* |
| **Module attachment** | *Direct mount to panel rail (configurable for clamps)* |
| **Structural materials** | *Magnelis / Hot-dipped galvanized steel per ASTM A123 or ISO 1461* |
| **Allowable wind load** | *Tailored to site specific conditions up to 120 mph/193 kph* |
| **Grounding system** | *Self-grounded via serrated fixation hardware* |
| **Storm alarm for high winds** | *Yes, stow position in up to 5 minutes* |
| **Wind speed sensors** | *Ultrasonic anemometer* |
| **Solar tracking method** | *Astronomical algorithm with GPS input* |
| **Controller Electronics** | *Central control unit manages up to 200 trackers through serial (rs485) or wireless communication* |
| **SCADA interface** | *Modbus TCP* |
| **Nighttime stow** | *Yes, configurable* |
| **Backtracking** | *Yes* |
| **In-field manufacturing** | *No* |
| **On-site training and commissioning** | *Yes, included in tracker supply* |
| **Standard warranties** | *Structure: 10 years. Electromechanical components: 5 years* |
| **Certifications** | *UL3703, IEC 62817* |
| **Structural adaptation to local codes** | *Yes, verified by third-party structural engineers if required* |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

WIND TUNNEL TEST CERTIFIED
FLUTTER FREE
PVH



*Up to 2 x 64 modules*

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

3703

PVH

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO



## 1.3 Inversor de String

# SG350HX

Inversor String Multi MPPT para sistemas de 1500 Vdc

NEW



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## ALTO RENDIMIENTO

- Hasta 16 MPPTs con una eficiencia máxima del 99%
- 20 A por string, compatible con módulos +500Wp
- Intercambio de datos con el tracker para mejorar el rendimiento

## BAJO COSTE

- Función Q a la noche, ahorra en inversión
- Comunicación PLC
- Escaneo y diagnostico de curva IV, O&M activo

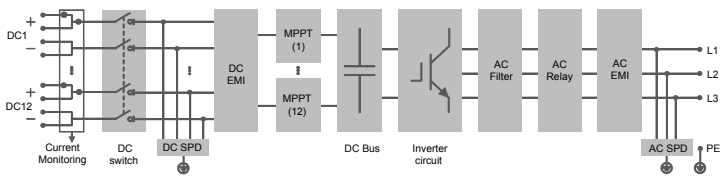
## SEGURIDAD COMPROBADA

- 2 strings por MPPT, sin riesgo de conexión inversa
- Monitorización AC y DC en tiempo real
- Interruptor DC integrado, corta automaticamente el fallo

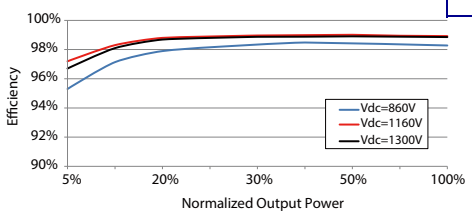
## SOPORTE DE RED

- SCR≥1.16 funcionamiento estable en redes extremadamente débiles
- Tiempo de respuesta de la potencia reactiva <30ms
- Cumple con la seguridad global y el código de red

## DIAGRAMA DEL CIRCUITO




## CURVA DE EFICIENCIA




© 2022 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.6

| Denominación | SG350HX |
|---|---|
| **Entrada (DC)** | |
| Tensión máxima de entrada FV | 1500 V |
| Tensión mínima / Tensión de arranque | 500 V / 550 V |
| Tensión de entrada nominal | 1080 V |
| Rango de tensión MPP | 500 V – 1500 V |
| No. de entradas MPP independientes | 16 |
| No. máximo de conectores de entrada por MPPT | 2 |
| Corriente máxima de entrada FV | 30 A |
| Corriente máxima de cortocircuito de DC por MPPT | 60 A |
| Salida (AC) | |
| Potencia de salida de AC | 352 kVA @ 30℃ / 320 kVA @40 ℃ / 295 kVA @50℃ |
| Corriente máxima de salida de AC | 254 A |
| Tensión nominal de AC | 3 / PE, 800 V |
| Rango de tensión de AC | 640 – 920V |
| Frecuencia nominal de red / Rango de frecuencia de red | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz |
| THD | < 3 % (potencia nominal) |
| Inyeccion de corriente DC | < 0.5 % In |
| FP a potencia nominal / FP ajustable | > 0.99 / 0.8 inductivo – 0.8 capacitativo |
| Fases de inyección / Fases de conexión | 3 / 3 |
| Eficiencia | |
| Eficiencia máx / Eficiencia Europea / Eficiencia CEC | 99.02 % / 98.8 % / 98.5% |
| Protección | |
| Protección de conexión DC inversa | Sí |
| Protección de cortocircuito de AC | Sí |
| Protección contra corriente de fuga | Sí |
| Monitorización de red | Sí |
| Monitorización de fallo a tierra | Sí |
| Interruptor DC/AC | Sí / No |
| Monitorización de corrientes string FV | Sí |
| Función Q en noche | Sí |
| Anti-PID y Función de recuperación PID | Opcional |
| Protección contra sobretensión | DC Tipo II / AC Tipo II |
| Datos Generales | |
| Dimensiones (W*H*D) | 1136 * 870 * 361 mm (44.7'' * 34.3'' * 14.2'') |
| Peso | ≤116 kg(≤255.7 lbs) |
| Método de aislamiento | Sin transformador |
| Grado de protección de entrada | IP66 (NEMA 4X) |
| Consumo nocturno | < 6 W |
| Rango de temperatura ambiente de funcionamiento | -30 to 60℃(-22 to 140 ˚F) |
| Humedad relativa aceptable (sin condensación) | 0 – 100 % |
| Método de refrigeración | Refrigeración forzada inteligente |
| Altitud máxima de funcionamiento | 4000 m (> 3000 m derating) / 13123 ft (> 9843 ft derating) |
| Display | LED, Bluetooth+APP |
| Comunicación | RS485 / PLC |
| Tipo de conexión DC | MC4-Evo2 (Max. 6 mm², optional 10mm² / Max. 10AWG, optional 8AWG ) |
| Tipo de conexión AC | Support OT/DT terminal (Max. 400 mm² / 789 Kcmil) |
| Certificación | IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEE1547, IEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B |
| Soporte de red | Función Q en noche, LVRT, HVRT, control de potencia activa y reactiva, control de rampa de potencia, control Q-U y control, P-f |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434 A95B9 en https://www.coitim.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

© 2022 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.6

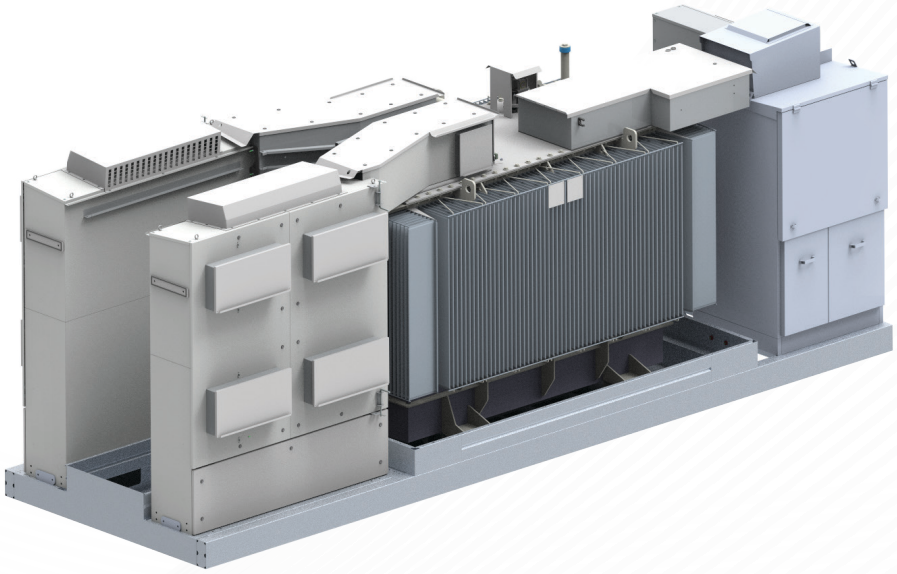
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO



# 1.4 Centro de Transformación



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## MV SOLUTION UP TO 8.4 MVA.

## A MEDIUM VOLTAGE STATION FOR DESCENTRALIZED SOLAR PV INVERTERS

MV station designed to connect and hold Ingeteam's three-phase string inverters working as an interface with the grid.

**String inverter optimization**

The String Station has been conceived to enable and optimize the use of Ingeteam's INGECON® SUN 330-350TL M12 inverter, ensuring a perfect connection between the PV plant and the grid. This turnkey solution is capable of connecting up to 8.4 MW of 1,500 V 3Play inverters to a medium voltage grid.

**Available worldwide**

The INGECON® SUN String Station can be marketed and installed everywhere in the world, as it is supplied totally integrated and it is easily transportable as a Plug & Play solution.

**Equipped with everything necessary**

It is supplied with the low-voltage string-inverter protections, auxiliary services, LV / MV transformer and medium-voltage switchgear.

**Maximum cost-effectiveness**

The INGECON® SUN String Station is a standard solution designed to maximize the compactness and cost-effectiveness of the overall equipment. All the elements are prepared to withstand adverse weather conditions. Moreover, they are supplied pre-connected and preintegrated into a skid in order to guarantee a Plug & Play installation.

Specifications included in this datasheet could change without notice. Please contact Ingeteam's sales department in case of any queries.

# A medium voltage String Station for descentralized solar PV inverters which allows flexibility and scalability

**Main features**

- Output power up to 8.4 MW.
- Compatible with INGECON® SUN 330-350TL M12 inverter.
- Available up to 33 kV output voltage.
- Available with outdoor LV / MV transformer.
- IP54 MV Switchgear.
- Plug & Play solution.

**AC Combiner Box**

- Scalable system thanks to its modular design.
- Circuit breaker protection per each AC Combiner Box.
- 1500 V DC fuses.
- Forced air ventilation.

**Standard MV equipment**

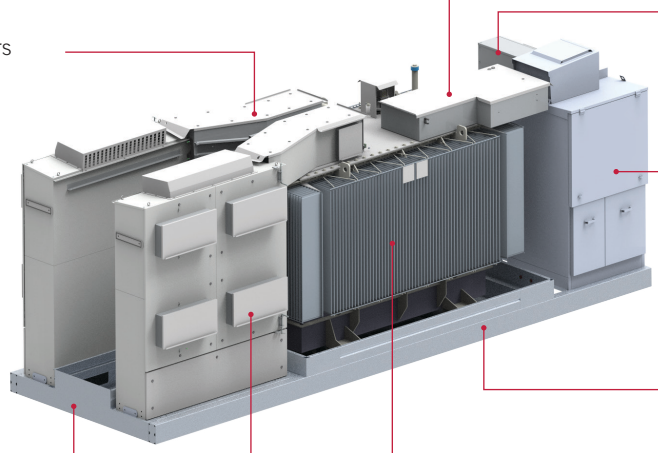
- LV / MV transformer with reduced power losses.
- LC MV switchgear.
- Protection relay included in the transformer.
- MV protection with circuit breaker.
- Oil deposit integrated in the skid.
- Filtering kit in the oil deposit.

**Benefits**

- Maximum reliability, higher safety.
- Reduced maintenance.
- Flexibility and scalability.
- Greater power density.



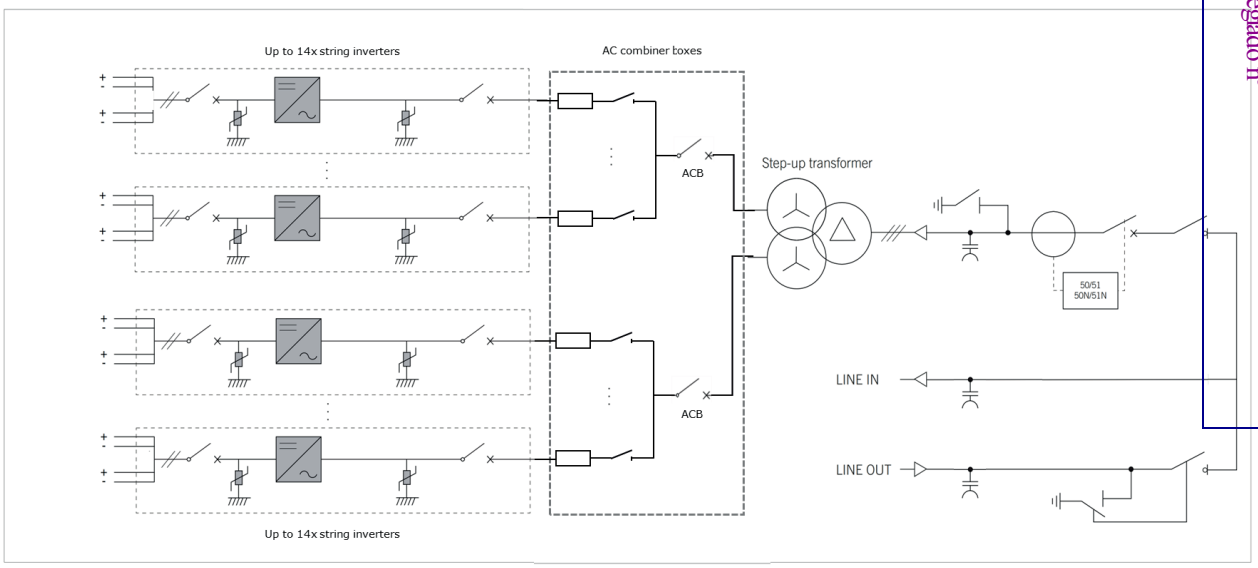

*INGECON® SUN 330-350TL M12*




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Specifications included in this datasheet could change without notice. Please contact Ingeteam's sales department in case of any queries.

| | SST 4620 | SST 4900 | SST 7900 | SST 8400 |
|---|---|---|---|---|
| **AC COMBINER BOX** | | | | |
| Inverter model | INGECON SUN 330TL M12 | INGECON SUN 350TL M12 | INGECON SUN 330TL M12 | INGECON SUN 350TL M12 |
| Numer of inverters | 14 | 14 | 24 | 24 |
| Maximum output power | 4,620 kVA | 4,900 kVA | 7,900 kVA | 8,400 kVA |
| AC output current | 3,332 A | 3,500 A | 5,712 A | 6,000 A |
| AC voltage | 800 V | | | |
| **LV / MV TRANSFORMER** | | | | |
| Type | Oil-immersed hermetically sealed transformer | | | |
| Medium voltage | Up to 33 kV | | | |
| Cooling system | ONAN | | | |
| Max. efficiency | 99% | | | |
| Protection degree | IP54 | | | |
| **MV SWITCHGEAR** | | | | |
| Type | RLC (bus riser, line incoming with disconnecting switch, transformer protection) | | | |
| Medium voltage | Up to 33 kV (class 36 kV) | | | |
| Rated current | 630 A | | | |
| Protection degree | IP54 | | | |
| **GENERAL DATA** | | | | |
| Operating temperature range | From -20ºC to +50ºC | | | |
| Relative humidity (non-condensing) | 0-100% | | | |
| Maximum altitude | 4,000 masl (for instalations beyond 1,000 masl, please contact Ingeteam's Sales Department) | | | |
| **EQUIPMENT** | | | | |
| Inverter version | INGECON® SUN 330-350TL M12 | | | |
| **MECHANICAL INFORMATION** | | | | |
| Structure type | Hot dip galvanized skid | | | |
| Body dimensions (W x D x H) | 7,000 x 2,100 x 2,560 mm | | | |
| Weight | 25 ton | | | |
| Standards | IEC 60076, IEC 62271-200 | | | |




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Specifications included in this datasheet could change without notice. Please contact Ingeteam's sales department in case of any queries.

## EUROPE

**Ingeteam Power Technology, S.A.**
Avda. Ciudad de la Innovación, 13
31621 Sarriguren (Navarra) - Spain
Tel.: +34 948 288 000
Fax: +34 948 288 001
e-mail: evc.energy@ingeteam.com

**Ingeteam S.r.l.**
Via Emilia Ponente, 232
48014 Castel Bolognese (RA) - Italy
Tel.: +39 0546 651 490
Fax: +39 054 665 5391
e-mail: emobility.italia@ingeteam.com

**Ingeteam SAS**
140 Rue Carmin - Le Naurouze B
31670 Labège - France
Tel.: +33 (0)5 61 25 00 00
Fax: +33 (0)5 61 25 00 11
e-mail: france@ingeteam.com

**Ingeteam, a.s.**
Technologická 371/1
70800 Ostrava - Pustkovec
Czech Republic
Tel.: +420 59 747 6800
Fax: +420 59 732 6899
e-mail: czech@ingeteam.com

**Ingeteam GmbH**
Grand Bateau – Zollhof 6
D-40221 – Düsseldorf, Germany
Tel.: +49 (0) 211 78177950
e-mail: deutschland@ingeteam.com

**Ingeteam Poland Spzoo**
Ul. Koszykowa 60/62 m 39
00-673, Warsaw, Poland
Tel.: (+48) 22 821 99 30
e-mail: polska@ingeteam.com

**Ingeteam LTD.**
Unit 10 Gordano 19, Garanor Way, Portbury
Bristol, BS20 TXE - United Kingdom
Tel.: +44 (0) 331 630 0305

## NORTH AMERICA

**Ingeteam Inc.**
3550 W. Canal St.
Milwaukee, WI 53208 - USA
Tel.: +1 (414) 934 4100 / +1 (855) 821 7190
Fax: +1 (414) 342 0736
e-mail: usa@ingeteam.com

**Ingeteam Power Technology México S de RL de CV**
Av. Ejército Nacional Mexicano 351,
Chapultepec Morales, Granada,
Miguel Hidalgo,
CP: 11520
Ciudad de México, CDMX
Tel.: (+52) 55 6586 9930
e-mail: proveedores.iptm@ingeteam.com

## SOUTH AMERICA

**Ingeteam Ltda.**
Rua Estácio de Sá, 560
Santa Genebra
Campinas - SP
CEP: 13080-010; São Paulo - Brazil
Tel.: (+55) 19 30 37 37 73
e-mail: brazil@ingeteam.com

**Ingeteam Chile SpA**
Balmoral n.º 309, Piso 10º, Oficina 1008,
7561282 Las Condes
Santiago, Chile
Tel.: (+56) 229 253 825
e-mail: chile@ingeteam.com

## ASIA

**Ingeteam Power Technology Shanghai, Co. Ltd.**
Room 2606-F, No.360 South Pudong Road
China (Shanghai) pilot free trade zone
C.P 200120
Tel.: +86 139 1622 4886
e-mail: liu.yimin@ingeteam.com

**Ingeteam India Pvt. Ltd.**
Survey No. 111/1-111/3 & 111/5-111/7,
Village No.155, Mambakkam Village,
Chennai - Bangalore Main Road,
Sriperumbudur Taluk,
Kancheepuram District - 602106,
Tamilnadu, India

**Ingeteam Power Technology S.A. UAE Branch**
Al Bateen tower c6 Bainunah 1st floor
Street 34
Abu Dhabi - UAE
Tel.: +971 2 207 6666

**Ingeteam Power Technology S.A.**
Thailand representative office
100/67 Vongvanij B Building, 22nd floor,
Rama IX Road., HuayKwang,
10320 Bangkok
Te.: +66 22461798
e-mail: Thailand.pga@ingeteam.com

## AUSTRALIA

**Ingeteam Australia Pty Ltd.**
Iaccelerate Centre, Building 239
Innovation Campus, Squires Way
North Wollongong, NSW 2500 - Australia
Tel.: +61 429 111 190
e-mail: australia@ingeteam.com

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Ingeteam

**www.ingeteam.com**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO



# 2 PARQUE EÓLICO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

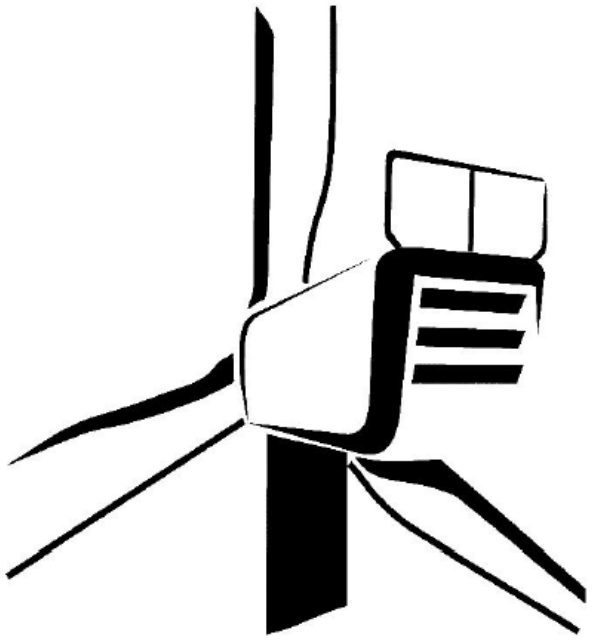
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO



# 2.1 Aerogenerador

| | | |
|---|---|---|
| NORDEX acciona Windpower | GENERAL DOCUMENTATION | Doc.: **9003362**<br>Rev.: **13** |
| **TECHNICAL DESCRIPTION**<br>Delta4000 – N175/6.X | | Page: **1 / 24** |



- Original document -

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Language: EN – English

Department: Engineering/CPS

| Author | Reviewer | Approver |
|---|---|---|
| BNI<br>06-08-2025 | H3R<br>19-08-2025 | H3R<br>19-08-2025 |

© 2025 NORDEX GROUP. All rights reserved.

This document, including any presentation of its contents in whole or in parts, is the intellectual property of Nordex Energy SE & Co. KG. The information contained in this document is intended exclusively for Nordex employees and employees of trusted partners and subcontractors of Nordex Energy SE & Co. KG, Nordex SE and their affiliated companies as defined in Section 15 et seq. of the German Stock Corporation Act (AktG) and must never (not even in extracts) be disclosed to third parties.

All rights reserved.

© 2025 Nordex Energy SE & Co. KG, Hamburg, Germany

This document contains information which property rights belong to the Nordex Group and cannot be copied, used, published or disclosed in any form to third parties without the prior written consent of authorized personnel within the Nordex Group. All information contained herein must be kept secret and be used just for the exclusive benefit of the Nordex Group.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Address of manufacturer as per Machinery Directive

Nordex Energy SE & Co. KG

Langenhorner Chaussee 600

22419 Hamburg

Germany

Tel.: +49 (0)40 300 30 -1000

Fax: +49 (0)40 300 30 -1101

info@nordex-online.com

http://www.nordex-online.com

# Validity

| Product series / Turbine type | Product |
|---|---|
| Delta4000 | N175/6.X |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# Table of contents


| | | |
|---|---|---|
| **1** | **Structure** | **6** |
| 1.1 | Tower | 6 |
| 1.2 | Rotor | 7 |
| 1.3 | Nacelle | 8 |
| 1.4 | Auxiliary systems | 10 |
| 1.4.1 | Automatic lubrication system | 10 |
| 1.4.2 | Heaters | 10 |
| 1.4.3 | E-chain hoist and crossbeam | 10 |
| 1.4.4 | Cooling system | 10 |
| **2** | **Control and electrical system** | **11** |
| 2.1 | Safety systems | 12 |
| 2.2 | Lightning/surge protection, electromagnetic compatibility (EMC) | 12 |
| 2.3 | Medium voltage (MV) system | 12 |
| 2.4 | Low-voltage grid types | 13 |
| 2.5 | Auxiliary power of the WT | 14 |
| **3** | **Options** | **15** |
| **4** | **Technical data** | **16** |
| 4.1 | Technical design | 16 |
| 4.2 | Towers | 17 |
| 4.3 | Rotor and rotor blades | 17 |
| 4.4 | Nacelle | 18 |
| 4.4.1 | Rotor shaft | 18 |
| 4.4.2 | Brake and gearbox | 18 |
| 4.4.3 | E-chain hoist and crossbeam | 19 |
| 4.5 | Electrical system | 19 |
| 4.5.1 | Transformer | 20 |
| 4.5.2 | MV switchgear | 21 |
| 4.5.3 | Generator | 22 |
| 4.6 | Cooling system | 22 |
| 4.7 | Pitch system | 23 |
| 4.8 | Yaw system | 23 |


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en la web del Colegio.
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001342

4.9 Corrosion protection 24

4.10 Automation systems 24

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9

GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 1 Structure

The Nordex N175/6.X wind turbine (WT) is a variable-speed WT with a rotor diameter of 175 m and a nominal power of up to 7000 kW, which can be adapted to the respective location. The WT is designed for class S according to IEC 61400-1 or wind zone S according to DIBt 2012 and is available in 50 Hz and 60 Hz versions.

A N175/6.X WT consists of the following main components:

- Rotor with rotor hub, three rotor blades and the pitch system
- Nacelle with rotor shaft and bearing, gearbox, generator, yaw system, medium voltage (MV) transformer and converter
- Tubular steel tower or hybrid tower with MV switchgear

## 1.1 Tower

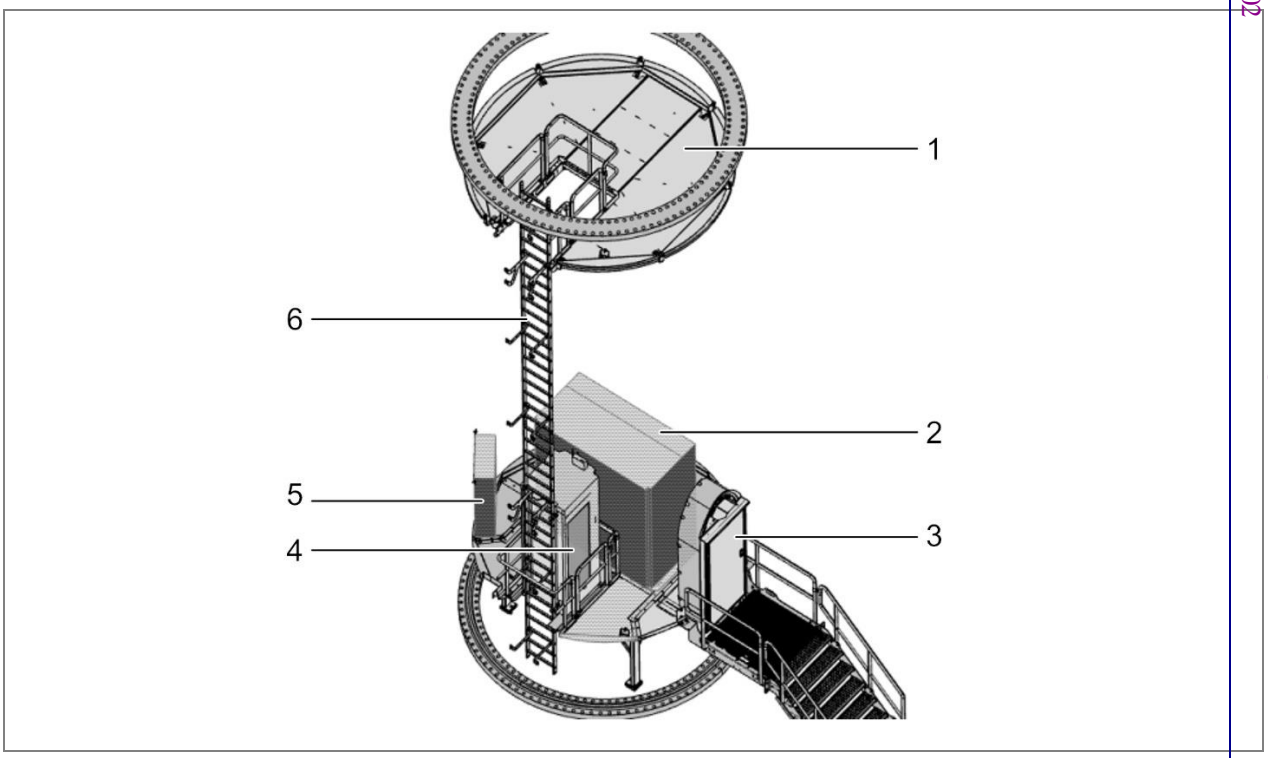



*Figure 1: Installations in the bottom section of the tubular steel tower with a service lift (different in the case of a climb assist)*

1. *Flange platform*
2. *MV switchgear*
3. *Tower access*
4. *Tower service lift*
5. *Control cabinet*
6. *Ladder path*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

The N175/6.X WT can be erected on a steel tower or on a hybrid tower. The tubular steel tower consists of several conical or cylindrical sections. This tower is bolted to the anchor cage embedded in the foundation. The bottom part of the hybrid tower consists of a concrete tower and the top part of a tubular steel tower.

A climbing assistance, e.g., a service lift or a climb assist, the vertical ladder with fall protection system as well as resting and working platforms inside the tower allow for a weather-protected ascent to the nacelle.

The foundation structure of all towers depends on the soil conditions at the intended location.

## 1.2 Rotor

The rotor consists of the rotor hub with three slewing bearings, the pitch system for blade adjustment and three rotor blades.

The **rotor hub** consists of a base element with support system and spinner. The base element consists of a stiff cast structure, on which the pitch bearings and the rotor blades are assembled. The rotor hub is covered with the spinner, which allows direct access from the nacelle to the rotor hub.

The **rotor blades** are made from high quality glass-fiber and carbon-fiber reinforced plastic. The rotor blades are statically and dynamically tested according to IECRE OD501 and OD501-1 with IEC 61400-23:2014.

The **pitch system** is used to adjust the pitch angle of the rotor blades set by the control system. For each individual rotor blade, the pitch system consists of an electromechanical drive with a three-phase motor, planetary gear and drive pinion, as well as a control unit with frequency converter and emergency power supply. The power supply and signal transmission are realized via a slip ring in the nacelle.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00130002
VISADO

## 1.3 Nacelle

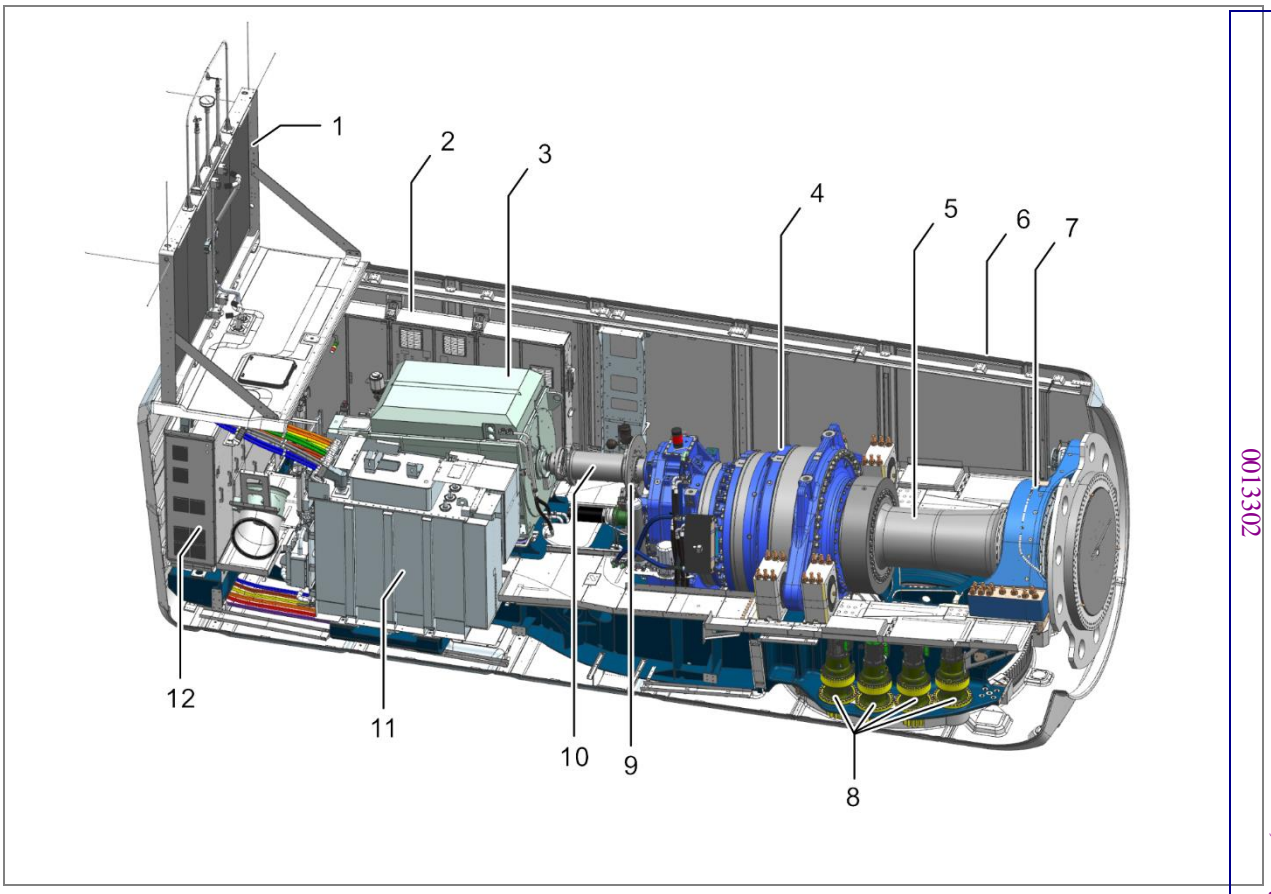



*Figure 2: Schematic representation of the nacelle (illustration exemplary)*

1. *Passive cooler*
2. *Switch cabinet*
3. *Generator*
4. *Gearbox*
5. *Rotor shaft*
6. *Nacelle housing*
7. *Rotor bearing*
8. *Yaw drives*
9. *Rotor brake*
10. *Coupling*
11. *Transformer*
12. *Converter*

The nacelle contains the main mechanical and electrical components of the WT.

The **rotor shaft** transmits the rotary motion of the rotor to the gearbox and is mounted in the **rotor bearing** in the nacelle. A rotor lock is integrated into the rotor bearing housing to provide reliable mechanical locking of the rotor.

The mechanical **rotor brake** is used to lock the rotor during maintenance. Sufficient oil pressure is generated by the hydraulic pump.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

The **gearbox** increases the rotor speed until it reaches the required speed for the generator. The bearings and gears are continuously lubricated with oil. A combination filter element with coarse, fine and ultra-fine filters retains solid particles. The control system monitors the contamination of the filter element. The gear oil used for lubrication also cools the gearbox. The temperatures of the gearbox bearings and the oil are continuously monitored.
If the optimum operating temperature is not yet reached, a thermal bypass returns the gear oil directly to the gearbox. Only when the gearbox oil temperature reaches a pre-determined level, the transmission oil is cooled by an oil/water cooler, which is located directly on the gearbox. This keeps the gearbox oil temperature within a narrow range during operation.

The **coupling** acts as a power transmitting connection between the gearbox and the generator.

The **generator** is a 6-pole doubly-fed induction machine. The generator has a built-on air-water heat exchanger and is connected to the cooling circuit.

The **converter** connects the electrical grid to the generator, which means the generator can be operated with variable rotational speeds.

The **transformer** converts the low voltage of the generator-converter system into medium voltage of the wind farm grid. The transformer is cooled by the connection to the cooling circuit.

The **switch cabinet** contains all the electrical components required to control and supply the WT.

The cooling water is re-cooled by a **passive cooler** on the nacelle roof.

The **yaw drives** rotate the nacelle optimally into the wind. The yaw drives are located on the machine frame in the nacelle. A yaw drive consists of an electric motor, multi-stage planetary gear, and a drive pinion. The drive pinions mesh with the external gearing of the yaw bearing. In the aligned position, the nacelle is held with the yaw drives.

All nacelle assemblies are protected against wind and weather conditions by means of a **nacelle housing**.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013382
VISADO

## 1.4 Auxiliary systems

### 1.4.1 Automatic lubrication system

Generator bearing, gearing of the pitch bearings, rotor bearing and gearing of the yaw bearing are each equipped with an **automatic lubrication system**.

### 1.4.2 Heaters

Gearbox, generator, cooling circuit and all relevant switch cabinets are equipped with **heaters**.

### 1.4.3 E-chain hoist and crossbeam

An electric **chain hoist** is installed in the nacelle, which is used for lifting tools, components and other work materials from the ground into the nacelle.

A crossbeam including a sliding trolley is prepared for the use of a manual chain hoist to move the materials within the nacelle.

### 1.4.4 Cooling system

Two separate cooling circuits ensure cooling of the large components. Converter and gearbox are cooled in one cooling circuit and generator and transformer in the other.

Both cooling circuits are connected to passive coolers on the nacelle roof, in which the water is recooled.

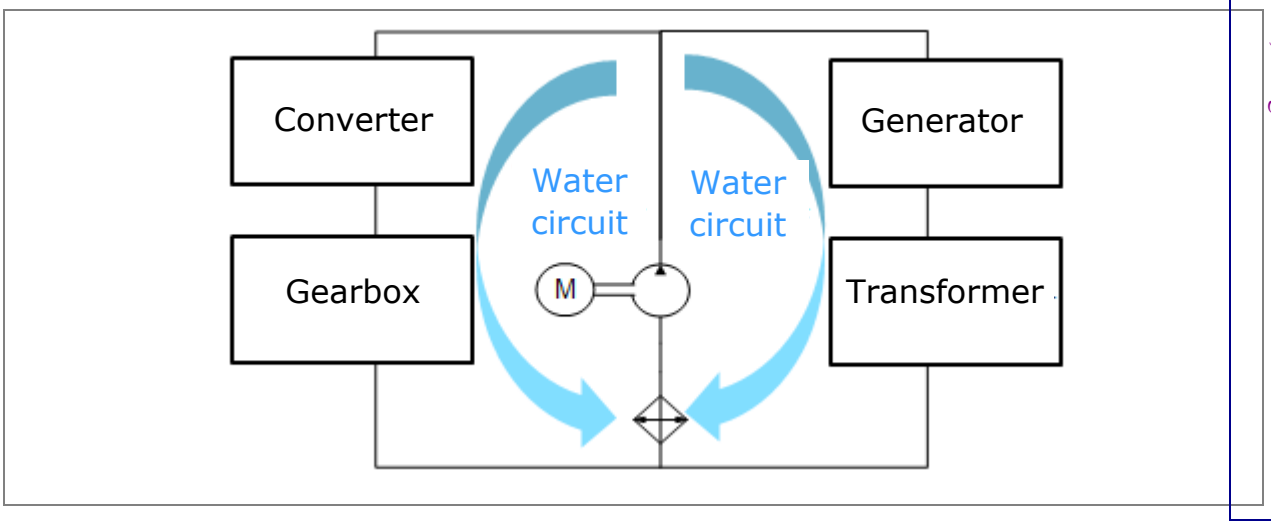



*Figure 3: Schematic representation of the cooling circuit*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

# 2 Control and electrical system

The WT operates automatically. A programmable logic controller (PLC) continuously monitors the operating parameters using various sensors, compares the actual values with the corresponding setpoints and issues the required control signals to the WT components. The operating parameters are specified by Nordex and are adapted to the individual location. The controller is located in a control cabinet in the tower base.

When there is no wind, the WT remains in idle mode. Only various auxiliary systems are operational or activated as required: e.g., heaters, gear lubrication or PLC, which monitors the data from the wind measuring system. All other systems are switched off and do not use any energy. The rotor idles. When the cut-in wind speed is reached, the WT changes to the "ready for operation" condition. Now all systems are tested, the nacelle turns into the wind and the rotor blades turn into the wind. When a certain speed is reached, the generator is connected to the grid and the WT produces electrical energy.

At low wind speeds, the WT operates at part load. The rotor blades remain turned into the wind to the maximum extent. The power produced by the WT depends on the wind speed.

When the nominal wind speed is reached, the WT switches over to the nominal load range. If the wind speed continues to increase, the speed control changes the rotor blade angle so that the rotor speed and thus the power output of the WT remain constant.

The yaw system ensures that the nacelle is always optimally aligned to the wind. To do this, two separate wind measuring systems on the nacelle measure the wind direction. Only one wind measuring system is used for the control system, while the second system monitors the first and takes over in case the first system fails. If the wind direction measured deviates too much from the nacelle alignment, the nacelle is yawed into the wind.

The wind energy absorbed from the rotor is converted into electrical energy using a doubly-fed induction machine with slip ring rotor. Its stator is connected directly, and the rotor is connected via a specially controlled frequency converter to the MV transformer, which connects the turbine to the grid. As a result, only a part of the power needs to be routed via the converter, permitting low electrical system losses.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 2.1 Safety systems

Nordex WTs are equipped with technical equipment and devices that protect people and systems and ensure continuous operation. The entire turbine is designed in accordance with the Machinery Directive 2006/42/EC and certified in accordance with IEC 61400.

Safety-related parameters in the system control are continuously monitored. The sensor data from the safe sensors is transmitted via a safe bus system to the safe controller for evaluation. If specified parameters are exceeded, the system is stopped via actuators and set to a safe state.

Depending on the cut-out cause, different brake programs are triggered. In the event of external causes, such as excessive wind speeds or below operating temperatures, the WT is gently braked by means of rotor blade adjustment. Other safety functions are used to safely stop the drives for maintenance work.

## 2.2 Lightning/surge protection, electromagnetic compatibility (EMC)

The lightning/surge protection of the WT is based on the EMC-compliant lightning protection zone concept, which includes the implementation of internal and external lightning/surge protection measures in accordance with the IEC 61400-24 standard. The WT is designed in accordance with lightning protection level I.

The WT with its electrical equipment, consumers, the measurement, control, protection, information and telecommunication technology meets the EMC requirements according to IEC 61400-1.

## 2.3 Medium voltage (MV) system

The MV components are used to connect a WT to the MV grid of the wind farm or the local grid operator. The tower base contains the **MV switchgear**. It consists of a transformer protection module, which uses the combination of a protection relay together with a circuit breaker, and at least one ring-cable unit as default and up to three ring-cable units as an option (dependent on the wind farm configuration). The transformer unit consists of a vacuum circuit-breaker and the disconnector with earthing switch. The ring-cable unit consist of a switch disconnector with an earthing switch. The entire MV switchgear is mounted on a support/adapter frame.

Further characteristics of the MV switchgear:

- Routine tests of each switchgear in compliance with IEC 62271-200
- Type tested, gas insulated
- Internal switchgear for self-contained electrical systems (min. IP2X)
- Gas tank: metal-clad, metal-enclosed (min. IP65), independent of environmental influences
- Switch positions shown “On - Off - Grounded”

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Test terminal strip for injection test
- Low maintenance in accordance with class E2 (IEC 62271-100)

The system protection of the MV switchgear is achieved as follows:

- Improved personal safety and system protection in case of arcing by type testing in compliance with IEC 62271-200
- Protection device supplied with converter current and stabilized for inrush current as DMT protection relay (independent maximum current protection)
- Actuating openings for switchgear are interlocked to preclude operation of more than one simultaneously, and can be locked as an option
- Corrosion protection of the switchgear cells through hot-dip galvanization and painted surfaces
- Pressure relief by pressure absorber duct in case of arcing
- For the USA and Canada, the MV switchgear includes a window together with a camera installed at the gas tank to be able to check the physical disconnection of the switches

The **transformer** and **converter** are located in the nacelle. The transformer is specified in accordance with IEC 60076-16.

The steel components of the transformer are designed for corrosion protection class C3 (H). Additional protection measures are as follows:

- Grounded tank (ester transformer)
- Overtemperature protection with temperature sensor and relay
- Hermetic protection (leakage) and overpressure protection for ester transformer

## 2.4 Low-voltage grid types

The **950 V low voltage grid** is the primary WT low-voltage energy system. It is insulated from the ground as an IT grid and three-phase AC network. The elements of the electrical operating and measuring devices of this network are grounded directly or via separate protective equipotential bonding cables. A central insulation monitor has been installed as another protective measure for personal and turbine safety in the 950-V-IT system.

The **400 V/230 V low voltage grid** is the auxiliary WT low-voltage system. It has its neutral point grounded directly in the supplying grid transformers as a TN system and three-phase system. The equipment grounding conductor PE and the neutral conductor are available separately. The bodies of electrical equipment and consumers, including the additional protective equipotential bonding, are connected directly, through protective earthing conductor connections, straight to the neutral points of the supply grid transformers.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 2.5 Auxiliary power of the WT

The auxiliary low voltage required by the WT in stand-by mode and feeding mode is requested by the following consumers:

- System control including main converter control
- 400 V/230 V auxiliary power of the main converter
- 230 V AC UPS supply including 24 V DC supply
- Yaw system
- Pitch system
- Auxiliary drives such as pumps, fans and lubrication units
- Heating and lighting
- Auxiliary systems such as service lift and obstacle lights

Long-term measurements show that the average annual base load of the low-voltage auxiliary power plant in WT feed-in operation is approx. 15 kW in the average 10-min average value and the maximum 10-min average value can reach up to 25 kW/32 kVA. These values are already included in the power curves. For locations with an average annual wind speed of 6.5 m/s, approx. 10 MWh auxiliary consumption arise, however, this value is greatly dependent on the location.

Auxiliary consumption is defined as the energy consumption of the WT from the grid for a period during which the WT does not supply current to the grid.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 3 Options

Various options are available on request as additional equipment for Nordex WTs.

The use of optional equipment must be coordinated with Nordex in advance.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 4 Technical data

## 4.1 Technical design

| **Technical design** | |
|---|---|
| Survival temperature | –40 °C to +50 °C |
| Operating temperature range of the Normal Climate Version (NCV) | –20 °C to +40 °C [1] |
| Operating temperature range of the Cold Climate Version (CCV) | –30 °C to +40 °C [1, 4] |
| Stop | Standard: –20 °C, restart at –18 °C<br>CCV: –30 °C, restart at –28 °C |
| Max. altitude above Mean Sea Level (MSL) | 2000 m [1] |
| Certification | In accordance with IECRE-OD501 with IEC 61400 and DIBt 2012 |
| Type | 3-blade rotor with horizontal axis Up-wind turbine |
| Output control | Active single blade adjustment |
| Nominal power | Up to 7000 kW [1] |
| Rated wind speed (at an air density of 1.225 kg/m³) | Approx. 12.5 m/s |
| Operating speed range of the rotor | 5.3 rpm to 10.93 rpm |
| Nominal speed of the rotor | 9.50 rpm |
| Cut-in wind speed | 3 m/s |
| Cut-out wind speed | 20 m/s (26 m/s) [2] |
| Cut-back-in wind speed | 19.5 m/s (25.5 m/s) [2] |
| Calculated service life | ≥25 years [3] |

1 Nominal output is achieved depending on the power factor and the installation altitude up to defined temperature ranges.

2 Depending on the project, the cut-out wind speed may be extended up to the value in brackets.

3 The specified calculated service life may be reduced depending on the location and performance.

4 Below –20 °C, power will be limited to 6225 kW and cut-out to 15 m/s.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 4.2 Towers

| Towers | TS112-00 | TS112-01 | TS119-02 | TS142-00 | TS162-01 |
|---|---|---|---|---|---|
| Hub height* | 112.0 m | 112.0 m | 118.6 m | 142.0 m | 162.0 m |
| Tower type | Tubular steel tower | | | | |
| Wind class | IEC S DIBt S | IEC S DIBt S | IEC S | IEC S | IEC S |
| Surface finish | Color system coating | | | | |
| Number of sections | 6 | 6 | 5 | 7 | 8 |

| Towers | TCS162-01 | TCS179-00 | TCS199-00 |
|---|---|---|---|
| Hub height* | 162.5 m | 179.0 m | 199.0 m |
| Tower type | Hybrid tower | | |
| Wind class | IEC S DIBt S | | |
| Surface finish | Steel section: color system coating; concrete part: fair-faced concrete | | |

* Includes foundation height above ground level

## 4.3 Rotor and rotor blades

| Rotor | |
|---|---|
| Rotor diameter | 175.0 m |
| Swept area | 24053 $m^2$ |
| Nominal power/area | 291 $W/m^2$ |
| Rotor shaft inclination angle | 5° |
| Blade cone angle | 5.5° |

| Rotor blade | |
|---|---|
| Material | Glass-fiber and carbon-fiber reinforced plastic |
| Total length | 85.7 m |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| **Rotor hub** | |
|---|---|
| Material of the rotor hub body | Casting |
| Material spinner | Glass-fiber reinforced plastic |

## 4.4 Nacelle

| **Nacelle** | |
|---|---|
| Support structure | Welded steel structure |
| Cladding | Glass-fiber reinforced plastic |
| Machine frame | Casting |
| Generator frame | Welded steel construction |

### 4.4.1 Rotor shaft

| **Rotor shaft/rotor bearing** | |
|---|---|
| Type | Forged hollow shaft |
| Material | 42CrMo4 or 34CrNiMo6 |
| Bearing type | Spherical roller bearing |
| Lubrication | Regularly using lubricating grease |

### 4.4.2 Brake and gearbox

| **Mechanical brake** | |
|---|---|
| Type | Actively actuated disk brake |
| Location | On the high-speed shaft |
| Number of brake calipers | 1 |
| Brake pad material | Organic pad material |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABRHROS, Colegiado nº 0013302

| **Gearbox** | |
|---|---|
| Type | Multi-stage planetary gear + spur gear stage |
| Gear ratio | 50 Hz: i = 130<br>60 Hz: i = 156 |
| Lubrication | Forced-feed lubrication |
| Oil quantity including cooling circuit | Max. 800 l |
| Oil type | VG 320 |
| Max. oil temperature | Approx. 77 °C |
| Oil change | Change, if required |

### 4.4.3 E-chain hoist and crossbeam

| **E-chain hoist and crossbeam** | |
|---|---|
| Electrical chain hoist<br>max load | Min. 850 kg |
| Crossbeam<br>max load | Sliding trolley to accommodate a manual chain hoist 1000 kg |

## 4.5 Electrical system

| **Electrical system*** | |
|---|---|
| Nominal power $P_{nG}$ | 7000 kW |
| Nominal voltage | 3 × AC 950 V ±10 % (specific to grid code) |
| Nominal current during full reactive current feed-in $I_{nG}$ at $S_{nG}$ | 4727 A |
| Nominal apparent power $S_{nG}$ at $P_{nG}$ | 7778 kVA |
| Frequency | 50 Hz and 60 Hz |

* All data are maximum values. Values may vary depending on the rated voltage, rated apparent power and WT active power.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 4.5.1 Transformer

| **Transformer*** | **50 Hz** | **60 Hz** |
|---|---|---|
| Total weight | Approx. 10 t | |
| Insulation medium | Ester | |
| Rated voltage on low voltage side, $U_r$ | 950 V | |
| Maximum rated voltage on high voltage side, dependent on MV grid, $U_r$ | 20 kV/30 kV/34 kV | |
| Tapping, overvoltage side | 20 kV and 30 kV: + 4 × 2.5 %<br>34 kV: + 4 × 0.5 kV | |
| Grid voltage, high voltage side | 20; 20.5; 21; 21.5; 22 kV<br>30; 30.75; 31.5; 32.25; 33 kV<br>34; 34.5; 35; 35.5; 36 kV | |
| Rated frequency, $f_r$ | 50 Hz | 60 Hz |
| Vector group | Dy5 | |
| Installation altitude (above MSL) | Up to 2000 m | |
| Rated apparent power, $S_r$ | 7800 kVA | |
| Impedance voltage, $U_z$ | 9 % ±10 % tolerance | |
| Minimum peak efficiency index, η, (EU) 2019/1783, 548/2014 | 99.590 % | – |
| Inrush current | ≤ 5.5 × $I_N$ (peak value) | |
| Power loss**<br><br>No-load losses<br>Load losses | <br><br>3050 W<br>80000 W | <br><br>4300 W<br>80700 W |

* Values are maximum unless otherwise noted. Values may vary depending on rated voltage, rated apparent power and WT active power.

** Guide values

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en la sede electrónica del Colegio
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 4.5.2 MV switchgear

| **MV switchgear** | |
|---|---|
| Rated voltage<br>(dependent on MV grid) | 24 kV<br>36 kV<br>38 kV (only applicable for UL/CSA design)<br>40.5 kV (only applicable for IEC design)* |
| Rated current | 50 Hz: 630 A<br>60 Hz: 600 A |
| Rated short-circuit duration | 1 s |
| Rated short-circuit current | 24 kV: 16 kA (20 kA optional)<br>36/38/40.5 kV: 20 kA (25 kA optional) |
| Minimum/maximum ambient temperature during operation | NCV: –25 °C to +40 °C |
| | CCV: –30 °C to +40 °C |
| Connection type | External cone type C according to EN 50181<br>For USA and Canada: External cone type E according to IEEE 386 |
| Insulation gas | 24 kV: $SF_6$ or $SF_6$-free gas alternative in accordance with regulation (EU) 2024/573<br>36 kV / 38 kV / 40.5 kV: SF6 |
| **Circuit breaker** | |
| Number of switching cycles with rated current | E2 |
| Number of switching cycles with short-circuit breaking current | E2 |
| Number of mechanical switching cycles | M1 |
| Switching of capacitive currents | Min. C1 - low |
| **Switch disconnector** | |
| Number of switching cycles with rated current | E3 |
| Number of switching cycles with short-circuit breaking current | E3 |
| Number of mechanical switching cycles | M1 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
VISADO

| **MV switchgear** | |
|---|---|
| **Disconnector** | |
| Number of mechanical switching cycles | M0 |
| **Earthing switch** | |
| Switching number with rated short-circuit inrush current | E2 |
| Number of mechanical switching cycles | ≥1000 |

* Restrictions might apply for the 40.5 kV variant

### 4.5.3 Generator

| **Generator** | |
|---|---|
| Type | 6-pole doubly-fed induction machine |
| Degree of protection | IP 54 (slip ring box IP 23) |
| Nominal voltage | 950 V |
| Frequency | 50 and 60 Hz |
| Poles | 6 |
| Weight | Approx. 13.5 t |

## 4.6 Cooling system

| **Cooling system** | |
|---|---|
| Gearbox | |
| Type | Oil circuit with oil/water heat exchanger and thermal bypass |
| Filters | Coarse filter 50 µm / fine filter 10 µm / ultrafine filter <5 µm |
| **Generator** | |
| Type | Water circuit with water/air heat exchanger and thermal bypass |
| Coolant | Water/glycol-based coolant |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

| **Cooling system** | |
|---|---|
| **Converter** | |
| Type | Water circuit with water/air heat exchanger and thermal bypass |
| Coolant | Water/glycol-based coolant |
| **Transformer** | |
| Coolant | Water/glycol-based coolant |
| Cooling circuit | Ester circuit with ester/water heat exchanger |

## 4.7 Pitch system

| **Pitch system** | |
|---|---|
| Pitch bearing | Double-row four-point contact bearing |
| Gearing/raceway lubrication | Regular lubrication with grease |
| Drive | Electric motors incl. spring-loaded brake and multi-stage planetary gear |
| Emergency power supply | Capacitors |

## 4.8 Yaw system

| **Yaw system** | |
|---|---|
| Yaw bearing | Double-row four-point contact bearing |
| Gearing/raceway lubrication | Regular lubrication with grease |
| Drive | Electric motors incl. spring-loaded brake and four-stage planetary gear |
| Number of drives | 7 to 8 |
| Yaw speed | Approx. 0.4°/s |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 4.9 Corrosion protection

| **Corrosion protection*** | **Inside** | **Outside** |
|---|---|---|
| Nacelle | C3 | C4 |
| Hub, including material spinner | C3 | C4 |
| Tower<br><br>Steel sections<br>Concrete components | C3<br><br>Color system coating<br>Fair-faced concrete | C4<br><br>Color system coating<br>Fair-faced concrete |

* Categories of corrosion protection according to ISO 12944-2

## 4.10 Automation systems

| **Automation system** | |
|---|---|
| Field bus system | Profinet |
| Safe fieldbus system | Profisafe via Profinet |
| Turbine control | Profinet system control |
| Safety control | Integrated safety control |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# DOCUMENTO Nº2

# CÁLCULOS Y ESTUDIO DE RECURSO SOLAR Y EÓLICO Y CÁLCULOS DE PRODUCCIONES

# ÍNDICE


**1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS ..... 3**

1.1 OBJETO ..... 4

1.2 CÁLCULO DE CABLES DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN ..... 4

*1.2.1 INTRODUCCIÓN ..... 4*

*1.2.2 CRITERIOS DE CÁLCULO ..... 5*

*1.2.3 RESULTADOS ..... 8*

1.2.3.1 Cálculos del sistema colector del parque eólico. ..... 8

1.2.3.2 Cálculo de conductores de planta fotovoltaica. ..... 8

1.2.3.2.1 Instalación de Baja Tensión. ..... 8

1.2.3.2.2 Instalación de Media Tensión. ..... 13

1.2.3.3 Cálculo de conductor de línea de evacuación 30 kV. ..... 14

1.2.3.4 Cálculo global de pérdidas del proyecto. ..... 14

1.3 CÁLCULO DE RED DE TIERRAS ..... 15

*1.3.1 CRITERIOS DE CÁLCULO ..... 15*

*1.3.2 RED GENERAL DE TIERRAS ..... 15*

**2 ESTUDIO DE RECURSO SOLAR Y EÓLICO Y CÁLCULO DE PRODUCCIONES ..... 16**

2.1 OBJETO Y ALCANCE ..... 17

*2.1.1 OBJETO ..... 17*

*2.1.2 ALCANCE ..... 17*

*2.1.3 PROCEDENCIA DE LOS RESULTADOS DE SIMULACIÓN ..... 17*

2.2 TERMINOLOGÍA Y PARÁMETROS FUNDAMENTALES ..... 17

*2.2.1 TÉRMINOS ASOCIADOS AL RECURSO SOLAR ..... 17*

*2.2.2 TÉRMINOS ASOCIADOS AL RECURSO EÓLICO ..... 19*

2.2.2.1 Términos comunes en la modelización ..... 19

2.2.2.2 Términos asociados a la evaluación estadística ..... 19

2.3 FUENTES Y BASES DE DATOS METEOROLÓGICAS ..... 20

*2.3.1 RECURSO SOLAR ..... 20*

*Fuente de datos y metodología ..... 20*

*Comparativa entre bases de irradiación ..... 20*

*Caracterización mensual del recurso solar ..... 21*

*2.3.2 RECURSO EÓLICO ..... 22*


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en COPIERO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

*Estación de medida TM Paredes de Nava* ..... 22
*Control de calidad* ..... 23
*Periodo de referencia y extensión (MCP)* ..... 23
*Extrapolación vertical del viento* ..... 23
*Resultados del recurso eólico* ..... 23
*2.3.3 CONCLUSIÓN CONJUNTA DEL RECURSO* ..... 26
2.4 CONFIGURACIÓN DE LAS PLANTAS ..... 27
*2.4.1 PARQUE EÓLICO* ..... 27
*Cumplimiento normativo:* ..... 27
*2.4.2 PLANTA FOTOVOLTAICA* ..... 28
*Cumplimiento normativo:* ..... 28
*2.4.3 SISTEMA DE EVACUACIÓN COMÚN* ..... 29
2.5 MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN ENERGÉTICA ..... 30
*2.5.1 HIPÓTESIS GENERALES* ..... 30
*2.5.2 PARQUE EÓLICO* ..... 30
*Modelización* ..... 30
*Pérdidas asociadas a la producción* ..... 31
*Análisis de incertidumbre* ..... 32
*Estimación de la producción* ..... 33
*2.5.3 PLANTA FOTOVOLTAICA* ..... 33
*Modelización* ..... 33
*Pérdidas asociadas a la producción* ..... 34
*Análisis de incertidumbre* ..... 36
*Estimación de la producción* ..... 37
*2.5.4 HIBRIDACIÓN Y ANÁLISIS CONJUNTO* ..... 37
*Objetivo y metodología* ..... 37
*Resultados de la hibridación* ..... 38
*2.5.5 ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD TEMPORAL EÓLICO-FOTOVOLTAICA* ..... 39
*Enfoque y objetivo del análisis* ..... 39
*Comportamiento horario en días representativos* ..... 39
*Comportamiento medio mensual* ..... 39
2.6 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA HIBRIDACIÓN ..... 40

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org/cvd
(GRUPO) ÁLVAREZ CABEROS Colegiado nº 9013302

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

## 1.1 OBJETO

Este apartado muestra los distintos cálculos realizados para la óptima selección de cables, el diseño de la red de tierras del proyecto y una estimación de las pérdidas eléctricas del sistema eléctrico.

## 1.2 CÁLCULO DE CABLES DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN

### 1.2.1 INTRODUCCIÓN

Los criterios técnicos empleados para el cálculo los cables de potencia del proyecto son los siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Caída de tensión.
- Intensidad de cortocircuito admisible.
- Potencia de pérdidas.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores y con el fin de unificar secciones de cara al suministro se ha decidido instalar los siguientes cables de BT y MT:

**1. Parque eólico:**

Sistema colector en media tensión formado por 2 circuitos que unen eléctricamente todos los aerogeneradores del proyecto con su centro de seccionamiento en el edificio eléctrico y de control, con los siguientes conductores:

- HEPRZ1 20.2/35 kV en Aluminio 3x(1x240 mm2).
- HEPRZ1 20.2/35 kV en Aluminio 3x(1x400 mm2).
- HEPRZ1 20.2/35 kV en Aluminio 3x(1x500 mm2).

Para más detalles, ver plano PHAL-04.1.

**2. Planta fotovoltaica:**

- En baja tensión: a continuación, se indican los tipos de conductores en función del tipo de corriente:
  - **Corriente continua**: 2800 circuitos, como consecuencia de unir cada uno de los 20 strings y con su inversor de string, repitiendo esta configuración con todos los strings de la planta con el siguiente conductor:
    - XZ1 0,6/1 kV CU (1x4 $mm^2$)
    - XZ1 0,6/1 kV CU (1x6 $mm^2$)
    - XZ1 0,6/1 kV CU (1x10 $mm^2$)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133[illegible]
VISADO

- XZ1 0,6/1 kV CU (1x16 mm2)

- **Corriente alterna:** 140 circuitos de interconexión entre todos los inversores de string y los cuadros de baja tensión de los 7 centros de transformación, con el siguiente conductor:
  - RZ1 0,6/1 kV AL 3x(1x240 mm2)
  - RZ1 0,6/1 kV AL 3x(1x300 mm2)
  - RZ1 0,6/1 kV AL 3x(1x500 mm2)

**En media tensión:** 7 circuitos de enlace entre los centros de transformación con su centro de seccionamiento en el edificio eléctrico y de control, con los siguientes conductores:

- HEPRZ1 18/30 kV en Aluminio 3x(1x240 mm2).
- HEPRZ1 18/30 kV en Aluminio 3x(1x500 mm2).

Para más detalles, ver planos PHAL-04.2 y PHAL-04.3

**3. Línea de evacuación:**

Un (1) circuito, con dos conductores por fase, que servirá de enlace entre el edificio eléctrico y de control y la subestación La Higuera 30/132 kV, con el siguiente conductor:

- HEPRZ1 18/30 kV en Aluminio 3x(2x630 mm2).

## 1.2.2 CRITERIOS DE CÁLCULO

En los criterios seguidos en el cálculo de los cables se han tenido en cuenta los factores siguientes:

- **Intensidad máxima admisible en régimen normal**

Se ha aplicado la siguiente fórmula: $$I_{NOM} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

La intensidad admisible una vez tenidos en cuenta los coeficientes de reducción según el tipo de instalación y agrupamiento es la siguiente:

$$I_{admisible} = I_{cable} * K_a * K_t * K_p * K_r$$

siendo:

- $K_a$= coeficiente de agrupamiento, para una separación d=0,20 m.
- $K_t$= coeficiente térmico, para temperatura media del suelo de 25ºC.
- $K_p$= coeficiente corrección para profundidad de enterramiento de 1 m.
- $K_r$= coeficiente corrección por resistividad térmica del terreno, para terreno arenoso muy seco de 1 K.m/W.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

En la hoja de cálculo que se adjunta al final de este apartado aparecen las intensidades de los distintos tramos de circuito para comparar con los valores admisibles del conductor en función de los anteriores factores de corrección.

- **Intensidad de cortocircuito admisible**

La intensidad máxima admisible se calcula teniendo en cuenta un tiempo máximo de despeje de falta de 1 s y teniendo en cuenta las tablas dadas por los fabricantes.

La fórmula utilizada ha sido: $I_{CCmáx} = \frac{S \cdot K}{\sqrt{t}}$

Siendo:

S: sección del cable ($mm^2$)

K: coeficiente dependiente del tipo de conductor del cable.

t: tiempo de despeje de falta (s)

Aplicando la fórmula:

- Conductor con aislamiento HEPR de aluminio (K=89):
  - Cable de sección de 240 $mm^2$ - $Icc_{max}$ = 10,68 kA.
  - Cable de sección de 400 $mm^2$ - $Icc_{max}$ = 17,80 kA.
  - Cable de sección de 500 $mm^2$ - $Icc_{max}$ = 22,25 kA.
  - Cable de sección de 630 $mm^2$ - $Icc_{max}$ = 28,04 kA.

- Conductor con aislamiento XLPE de aluminio (K=94):
  - Cable de sección de 240 mm2 - Iccmax = 11,28 kA
  - Cable de sección de 300 mm2 - Iccmax = 14,01 kA
  - Cable de sección de 500 mm2 - Iccmax = 23,50 kA

- Conductor con aislamiento XLPE de cobre (K=143)
  - Cable de sección de 4 mm2 - Iccmax = 0,29 kA
  - Cable de sección de 6 mm2 - Iccmax = 0,43 kA
  - Cable de sección de 10 mm2 - Iccmax = 0,72 kA
  - Cable de sección de 16 mm2 - Iccmax = 1,14 kA

Estos valores son superiores a los que se presentan en el punto de conexión con i-DE, por lo que la intensidad de cortocircuito en ningún caso podría suponer un problema para los conductores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- **Caída de tensión**

Para el cálculo de caídas de tensión se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$E = \sqrt{3} IL(R\cos\varphi + Xsen\varphi)$$

Siendo:

I: Intensidad nominal máxima (A)

L: Longitud del tramo de cable (km)

R, X: Impedancia del cable por unidad de longitud

$\varphi$ : Ángulo desfase entre tensión e intensidad: $\cos\varphi$= 0,95; $\text{sen}\varphi$=0,31225

Las caídas de tensión deberán ser siempre menores del 1,5% para los circuitos de forma independiente y del 5% de forma acumulada.

En la hoja de cálculo adjunta al final de este apartado se puede ver que no se superan los límites establecidos para la caída de tensión en ninguno de los circuitos de BT y MT.

- **Potencia de pérdidas**

Se ha seguido la siguiente fórmula:

$$P = 3RI^2$$

Las pérdidas para cada tramo se incluyen en los cálculos que aparecen a continuación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 9013302

## 1.2.3 RESULTADOS

### 1.2.3.1 Cálculos del sistema colector del parque eólico.

| Circuitos | Origen | Destino | Long. (m) | Nº de aeros | I (A) | Nº Cond. Fase | Sección Al (mm²) | $I_{n}$_Cable (A) | $K_t$ | $K_r$ | Nº Ternas | $K_a$ | $K_p$ | $I_{adm}$ (A) | R_Cable (Ω/m) | X_Cable (Ω/m) | Caída de Tensión (V) | Caída de Tensión (%) | P (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Circuito 1** | AL-01 | AL-02 | 613 | 1 | 141,81 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 365,0 | 0,000125 | 0,000112 | 23,13 | 0,077% | 4.619 |
| **Circuito 1** | AL-02 | AL-03 | 962 | 2 | 283,61 | 1 | **400** | 470 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 470,0 | 0,000078 | 0,000105 | 50,42 | 0,168% | 18.060 |
| **Circuito 1** | AL-03 | CS | 3122 | 3 | 425,42 | 1 | **500** | 540 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 540,0 | 0,000061 | 0,000101 | 204,77 | 0,683% | 102.553 |
| **Circuito 2** | AL-04 | AL-05 | 695 | 1 | 141,81 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 2 | 0,82 | 1 | 299,3 | 0,000125 | 0,000112 | 26,23 | 0,087% | 5.239 |
| **Circuito 2** | AL-05 | CS | 2390 | 2 | 283,61 | 1 | **400** | 470 | 1 | 1 | 2 | 0,82 | 1 | 385,4 | 0,000078 | 0,000105 | 125,26 | 0,418% | 44.867 |
| **Circuito 2** | AL-07 | AL-06 | 669 | 1 | 141,81 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 2 | 0,82 | 1 | 299,3 | 0,000125 | 0,000112 | 25,25 | 0,084% | 5.043 |
| **Circuito 2** | AL-06 | CS | 2096 | 2 | 283,61 | 1 | **400** | 470 | 1 | 1 | 3 | 0,73 | 1 | 343,1 | 0,000078 | 0,000105 | 109,83 | 0,366% | 39.344 |

### 1.2.3.2 Cálculo de conductores de planta fotovoltaica.

#### 1.2.3.2.1 Instalación de Baja Tensión.

- Corriente continua.

| TRAMOS EN DC DEL CONEXIONADO TIPO A INVERSOR EN LOS BLOQUES 1 AL 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRING | S (mm²) | L (m) | I_Nominal [A] | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | AISLAMIENTO | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| **1** | 10 | 173 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **62** | 13,47 | 1,22 |
| **2** | 10 | 173 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **62** | 13,47 | 1,22 |
| **3** | 10 | 137 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 10,67 | 0,96 |
| **4** | 10 | 137 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 10,67 | 0,96 |
| **5** | 10 | 100 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **43** | 7,79 | 0,70 |
| **6** | 6 | 100 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **32** | 12,98 | 1,17 |
| **7** | 4 | 63 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 12,26 | 1,11 |
| **8** | 4 | 63 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 12,26 | 1,11 |
| **9** | 16 | 225 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 104 | **82** | 10,95 | 0,99 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en la sede electrónica del COITI de MADRID
DIRECTORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº
VISADO

| TRAMOS EN DC DEL CONEXIONADO TIPO A INVERSOR EN LOS BLOQUES 1 AL 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRING | S (mm²) | L (m) | I_Nominal [A] | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | AISLAMIENTO | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| **10** | 16 | 225 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 104 | **82** | 10,95 | 0,99 |
| **11** | 10 | 188 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 14,64 | 1,32 |
| **12** | 10 | 188 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 14,64 | 1,32 |
| **13** | 10 | 152 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **43** | 11,84 | 1,07 |
| **14** | 10 | 152 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **43** | 11,84 | 1,07 |
| **15** | 6 | 115 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **29** | 14,92 | 1,35 |
| **16** | 6 | 115 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **29** | 14,92 | 1,35 |
| **17** | 4 | 78 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 5 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 15,18 | 1,37 |
| **18** | 4 | 78 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 5 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 15,18 | 1,37 |
| **19** | 6 | 41 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 6 | 1 | 0,55 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **25** | 5,32 | 0,48 |
| **20** | 6 | 41 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 6 | 1 | 0,55 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **25** | 5,32 | 0,48 |

| TRAMOS EN DC DEL CONEXIONADO TIPO A LOS INVERSORES DEL 1 AL 16 EN EL BLOQUE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRING | S (mm²) | L (m) | I_Nominal [A] | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | AISLAMIENTO | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| **1** | 10 | 173 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **62** | 13,47 | 1,22 |
| **2** | 10 | 173 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **62** | 13,47 | 1,22 |
| **3** | 10 | 137 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 10,67 | 0,96 |
| **4** | 10 | 137 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 10,67 | 0,96 |
| **5** | 10 | 100 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **43** | 7,79 | 0,70 |
| **6** | 6 | 100 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **32** | 12,98 | 1,17 |
| **7** | 4 | 63 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 12,26 | 1,11 |
| **8** | 4 | 63 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 12,26 | 1,11 |
| **9** | 16 | 225 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 104 | **82** | 10,95 | 0,99 |
| **10** | 16 | 225 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 104 | **82** | 10,95 | 0,99 |
| **11** | 10 | 188 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 14,64 | 1,32 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS - Colegiado nº 0013502
VISADO

| TRAMOS EN DC DEL CONEXIONADO TIPO A LOS INVERSORES DEL 1 AL 16 EN EL BLOQUE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRING | S (mm²) | L (m) | I_Nominal [A] | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | AISLAMIENTO | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| **12** | 10 | 188 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **49** | 14,64 | 1,32 |
| **13** | 10 | 152 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **43** | 11,84 | 1,07 |
| **14** | 10 | 152 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 3 | 1 | 0,7 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **43** | 11,84 | 1,07 |
| **15** | 6 | 115 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **29** | 14,92 | 1,35 |
| **16** | 6 | 115 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 4 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **29** | 14,92 | 1,35 |
| **17** | 4 | 78 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 5 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 15,18 | 1,37 |
| **18** | 4 | 78 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 5 | 1 | 0,65 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **23** | 15,18 | 1,37 |
| **19** | 6 | 41 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 6 | 1 | 0,55 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **25** | 5,32 | 0,48 |
| **20** | 6 | 41 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 6 | 1 | 0,55 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **25** | 5,32 | 0,48 |

| TRAMOS EN DC DEL CONEXIONADO TIPO A LOS INVERSORES DEL 17 AL 20 EN EL BLOQUE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRING | S (mm²) | L (m) | I_Nominal [A] | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | AISLAMIENTO | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| **1** | 10 | 131 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 78 | **62** | 10,2 | 0,92 |
| **2** | 6 | 94 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **36** | 12,2 | 1,10 |
| **3** | 6 | 125 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 16,22 | 1,47 |
| **4** | 6 | 88 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **36** | 11,42 | 1,03 |
| **5** | 6 | 119 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 15,44 | 1,39 |
| **6** | 4 | 82 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 15,96 | 1,44 |
| **7** | 6 | 113 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 14,66 | 1,32 |
| **8** | 4 | 76 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 14,79 | 1,34 |
| **9** | 6 | 107 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 13,89 | 1,25 |
| **10** | 4 | 70 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 13,63 | 1,23 |
| **11** | 6 | 100 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 12,98 | 1,17 |
| **12** | 4 | 64 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 12,46 | 1,13 |
| **13** | 6 | 94 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 12,2 | 1,10 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en la sede electrónica del Colegio.
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS Colegiado nº 0013502

| TRAMOS EN DC DEL CONEXIONADO TIPO A LOS INVERSORES DEL 17 AL 20 EN EL BLOQUE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| STRING | S (mm²) | L (m) | I_Nominal [A] | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | AISLAMIENTO | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| **14** | 4 | 57 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 11,1 | 1,00 |
| **15** | 6 | 88 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 57 | **45** | 11,42 | 1,03 |
| **16** | 4 | 51 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 9,93 | 0,90 |
| **17** | 4 | 82 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **35** | 15,96 | 1,44 |
| **18** | 4 | 45 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 8,76 | 0,79 |
| **19** | 4 | 76 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 1 | 1 | 1 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **35** | 14,79 | 1,34 |
| **20** | 4 | 39 | 17,71 | 1 | Cu | XLPE | 90ºC | EXTERIOR | E | 2 | 1 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 1 | 1 | 44 | **28** | 7,59 | 0,68 |

- Corriente alterna.

| TRAMOS EN AC DEL CONEXIONADO TIPO DE INVERSORES A CT DE LOS BLOQUES 1 AL 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INVERSOR | POTENCIA [kW] | Tipo de Suministro | S (mm²) | L (m) | I_Nominal | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | Aislamiento | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| 1 | 352 | TRIFÁSICO | 300 | 120 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 295 | **319** | 5,70 | 0,74 |
| 2 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 108 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 2 | 0,9 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **392** | 10,25 | 1,28 |
| 3 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 96 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 3 | 0,8 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **348** | 9,12 | 1,14 |
| 4 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 83 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 4 | 0,75 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **326** | 7,88 | 0,98 |
| 5 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 71 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 5 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **343** | 5,47 | 0,68 |
| 6 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 59 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 6 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **343** | 4,54 | 0,57 |
| 7 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 46 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 7 | 0,67 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **328** | 3,54 | 0,44 |
| 8 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 34 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 8 | 0,65 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **318** | 2,62 | 0,33 |
| 9 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 22 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 9 | 0,63 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **356** | 1,31 | 0,16 |
| 10 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 9 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 10 | 0,63 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **356** | 0,53 | 0,07 |
| 11 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 9 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 10 | 0,63 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **356** | 0,53 | 0,07 |
| 12 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 22 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 9 | 0,63 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **356** | 1,31 | 0,16 |
| 13 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 34 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 8 | 0,65 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **318** | 2,62 | 0,33 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CUBEROS. Colegiado nº 00.1302

| TRAMOS EN AC DEL CONEXIONADO TIPO DE INVERSORES A CT DE LOS BLOQUES 1 AL 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INVERSOR | POTENCIA [kW] | Tipo de Suministro | S (mm²) | L (m) | I_Nominal | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | Aislamiento | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| 14 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 46 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 7 | 0,67 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **328** | 3,54 | 0,44 |
| 15 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 59 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 6 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **343** | 4,54 | 0,57 |
| 16 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 71 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 5 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **343** | 5,47 | 0,68 |
| 17 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 83 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 4 | 0,75 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **326** | 7,88 | 0,99 |
| 18 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 96 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 3 | 0,8 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **348** | 9,12 | 1,14 |
| 19 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 108 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 2 | 0,9 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **392** | 10,25 | 1,28 |
| 20 | 352 | TRIFÁSICO | 300 | 120 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 295 | **319** | 5,70 | 0,71 |

| TRAMOS EN AC DEL CONEXIONADO TIPO DE INVERSORES A CT DEL BLOQUE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INVERSOR | POTENCIA [kW] | Tipo de Suministro | S (mm²) | L (m) | I_Nominal | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | Aislamiento | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| 1 | 352 | TRIFÁSICO | 500 | 333 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 465 | **503** | 9,49 | 1,19 |
| 2 | 352 | TRIFÁSICO | 400 | 302 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 2 | 0,9 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 405 | **395** | 10,75 | 1,34 |
| 3 | 352 | TRIFÁSICO | 400 | 271 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 3 | 0,8 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 405 | **351** | 9,65 | 1,21 |
| 4 | 352 | TRIFÁSICO | 300 | 240 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 5 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 590 | **447** | 11,39 | 1,42 |
| 5 | 352 | TRIFÁSICO | 300 | 210 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 5 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 590 | **447** | 9,97 | 1,24 |
| 6 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 179 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 6 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **396** | 10,62 | 1,33 |
| 7 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 148 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 7 | 0,67 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **379** | 8,78 | 1,10 |
| 8 | 352 | TRIFÁSICO | 185 | 117 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 8 | 0,65 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 452 | **318** | 9,01 | 1,13 |
| 9 | 352 | TRIFÁSICO | 120 | 50 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 356 | **385** | 5,93 | 0,74 |
| 10 | 352 | TRIFÁSICO | 120 | 39 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 2 | 0,9 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 356 | **347** | 4,63 | 0,58 |
| 11 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 46 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 3 | 0,8 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **348** | 4,37 | 0,55 |
| 12 | 352 | TRIFÁSICO | 150 | 108 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 4 | 0,75 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 402 | **326** | 10,25 | 1,28 |
| 13 | 352 | TRIFÁSICO | 500 | 386 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 465 | **503** | 11,00 | 1,37 |
| 14 | 352 | TRIFÁSICO | 500 | 355 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 2 | 0,9 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 465 | **453** | 10,11 | 1,26 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.coitim.es/validar-visado/
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00013302

| TRAMOS EN AC DEL CONEXIONADO TIPO DE INVERSORES A CT DEL BLOQUE 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| INVERSOR | POTENCIA [kW] | Tipo de Suministro | S (mm²) | L (m) | I_Nominal | Nº Cond. Fase | TIPO CABLE | Aislamiento | Tª_M_OPE | LOCALIZACIÓN | TIPO (ITC-BT-19) | Nº Circuitos | Kd Soterrado | Kd sin Soterrar | Kra | Kt | Kr | Kp | In_Cable [A] | I_Adm [A] | dU (V) | AV (%) |
| 15 | 352 | TRIFÁSICO | 500 | 324 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 3 | 0,8 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 465 | **403** | 9,23 | 1,15 |
| 16 | 352 | TRIFÁSICO | 500 | 293 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 4 | 0,75 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 465 | **378** | 8,35 | 1,04 |
| 17 | 352 | TRIFÁSICO | 500 | 262 | 254 | 1 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 5 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 465 | **352** | 7,46 | 0,93 |
| 18 | 352 | TRIFÁSICO | 300 | 232 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 6 | 0,7 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 590 | **447** | 11,01 | 1,38 |
| 19 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 201 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 7 | 0,67 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **379** | 11,93 | 1,49 |
| 20 | 352 | TRIFÁSICO | 240 | 170 | 254 | 2 | Al | XLPE | 90ºC | ENTERRADO | D2 | 8 | 0,65 | 1 | 1 | 0,93 | 1,5 | 0,97 | 522 | **367** | 10,09 | 1,26 |

### 1.2.3.2.2 Instalación de Media Tensión.

| Circuitos | Origen | Destino | Long. (m) | Nº de Bloques | I (A) | Nº Cond. Fase | Sección Al (mm²) | In Cable (A) | Kt | Kr | Nº Ternas | Ka | Kp | I adm (A) | R_Cable (Ω/m) | X_Cable (Ω/m) | Caída de Tensión (V) | Caída de Tensión (%) | P (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Circuito 1** | **CT-01** | **CT-02** | 261 | 1 | 134,72 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 365,0 | 0,000125 | 0,000112 | 9,36 | 0,031 | 1.776 |
| **Circuito 1** | **CT-03** | **CT-02** | 261 | 1 | 134,72 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 365,0 | 0,000125 | 0,000112 | 9,36 | 0,031 | 1.776 |
| **Circuito 1** | **CT-02** | **CS** | 713 | 3 | 404,15 | 1 | **500** | 540 | 1 | 1 | 2 | 0,82 | 1 | 442,8 | 0,000061 | 0,000101 | 44,43 | 0,148 | 21.137 |
| **Circuito 2** | **CT-04** | **CT-05** | 261 | 1 | 134,72 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 365,0 | 0,000125 | 0,000112 | 9,36 | 0,031 | 1.776 |
| **Circuito 2** | **CT-06** | **CT-05** | 259 | 1 | 134,72 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 365,0 | 0,000125 | 0,000112 | 9,29 | 0,031 | 1.763 |
| **Circuito 2** | **CT-05** | **CS** | 328 | 3 | 404,15 | 1 | **500** | 540 | 1 | 1 | 2 | 0,82 | 1 | 442,8 | 0,000061 | 0,000101 | 20,44 | 0,068 | 9.724 |
| **Circuito 2** | **CT-07** | **CS** | 41 | 1 | 134,72 | 1 | **240** | 365 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 365,0 | 0,000125 | 0,000112 | 1,47 | 0,005 | 279 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 1.2.3.3 Cálculo de conductor de línea de evacuación 30 kV.

| Circuitos | Origen | Destino | Long. (m) | I (A) | Nº Cond. Fase | Sección Al ($mm^2$) | In_Cable (A) | $K_t$ | $K_r$ | Nº Ternas | $K_a$ | $K_p$ | I adm (A) | R_Cable (Ω/m) | X_Cable (Ω/m) | Caída de Tensión (V) | Caída de Tensión (%) | P (W) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Circuito 1 | C. Seccto. | SET La Higuera | 13.750 | 943,01 | 2 | **630** | 1230 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1230,0 | 0,000047 | 0,000097 | 840,42 | 2,801% | 860.181 |

### 1.2.3.4 Cálculo global de pérdidas del proyecto.

Las pérdidas eléctricas del conjunto de las instalaciones hasta conectar en la posición de 30 kV de la Higuera se resumen a continuación:

| Instalación | Potencia Total (MW) | Sistema BT (W) | Transformadores BT/MT (W) | Sistema MT (W) | Pérdida Potencia (W) | Pérdida Potencia (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta Fotovoltaica | 49 | 202.055 | 245.000 | 38.231 | 485.286 | 0,99 |
| Parque Eólico | 49 | - | 245.000 | 219.722 | 464.722 | 0,95 |
| Línea Evacuación | 49 | - | - | 860.181 | 860.181 | 1,76 |
| **PÉRDIDAS MÁXIMAS TOTALES** | | | | | **1.345.467** | **2,75** |

# 1.3 CÁLCULO DE RED DE TIERRAS

## 1.3.1 CRITERIOS DE CÁLCULO

La malla de tierra se ha diseñado con dos finalidades, la seguridad del personal que tenga acceso a la instalación y la obtención de una buena unión eléctrica con la tierra, que garantice un óptimo funcionamiento de las protecciones.

Para el cálculo de los aerogeneradores, se han seguido las recomendaciones de UNESA para la puesta a tierra de centros de transformación, así como las recomendaciones del I.E.E.E. en Std. 80.

## 1.3.2 RED GENERAL DE TIERRAS

**Parque eólico**

Se ha diseñado un sistema de tierras único para el Parque Eólico. Dicha red estará constituida por cable de cobre desnudo de al menos 50 mm$^2$ y picas de toma a tierra. Todos los componentes metálicos de la instalación se conectan a tierras de protección, de forma que se proteja a las personas contra tensiones de contacto peligrosas.

La puesta a tierra de los aerogeneradores se realizará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, aunque la de cada aerogenerador estará compuesta al menos por:

- Anillo de equipotencialidad interior: destinado a distribuir uniformemente la corriente de defecto entre los conductores radiales y garantizar la equipotencialidad entre los elementos de tierra.
- Conductores radiales: cuya misión es canalizar y dividir la intensidad de defecto hacia los electrodos de la red de tierra.
- Anillo de equipotencialidad exterior: destinado a limitar la tensión de contacto entre la torre y el terreno.
- Electrodo perimetral: cuyo objetivo es reducir la tensión de paso de la cimentación y derivar al terreno parte de la corriente de defecto.
- Picas: utilizadas para canalizar la intensidad de defecto a zonas más profundas del terreno y con menor resistividad.
- Electrodos adicionales: en el caso de que la configuración estándar no garantice los valores de seguridad requeridos.
- Ánodos de sacrificio: para evitar la corrosión de los electrodos principales y el armado de la cimentación.

**Planta fotovoltaica**

Se ha diseñado un sistema de tierra único para la Planta Fotovoltaica. Dicha red estará constituida por picas y cable de cobre desnudo de al menos 50 mm$^2$ para la red enterrada de la planta fotovoltaica y cable de cobre desnudo de 95 mm$^2$ para los centros de transformación. Todos los componentes metálicos de la instalación se conectan a tierras de protección, de forma que se proteja a las personas contra tensiones de contacto peligrosas.

Los módulos fotovoltaicos se conectarán a tierra a través de los marcos de aluminio, la estructura utilizará diversos puntos para facilitar la disipación de las derivaciones y la equipotencialidad de sus partes. Todos los demás componentes metálicos, armarios, cuadros eléctricos, estructuras, inversores, etc. quedarán conectados a la red de tierras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 30013302

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 2 ESTUDIO DE RECURSO SOLAR Y EÓLICO Y CÁLCULO DE PRODUCCIONES

## 2.1 OBJETO Y ALCANCE

### 2.1.1 OBJETO

El presente Estudio de Recurso Solar y Eólico y Cálculo de Producciones (en adelante, el Estudio) tiene por objeto estimar la producción energética esperada de las instalaciones eólica y fotovoltaica que integran el Proyecto Híbrido Alcornoque así como analizar su comportamiento conjunto de hibridación y la energía neta entregable en el punto de conexión autorizado.

El documento recoge, de manera trazable y justificada, los procedimientos de modelización empleados, las hipótesis adoptadas, las pérdidas aplicadas y los resultados energéticos finales.

### 2.1.2 ALCANCE

El alcance del presente Estudio comprende:

- La caracterización del recurso solar y eólico en el emplazamiento.
- La definición de la configuración técnica de ambas plantas (fotovoltaica y eólica).
- La modelización individual de cada instalación y la estimación de su producción bruta y neta.
- La evaluación conjunta de la hibridación, aplicando la limitación de potencia en el punto de conexión (47,16 MW) y cuantificando los vertidos de energía.
- La estimación de la producción neta anual para diferentes escenarios de probabilidad (P50 y P90).

### 2.1.3 PROCEDENCIA DE LOS RESULTADOS DE SIMULACIÓN

Las simulaciones y resultados energéticos incluidos en este Estudio se basan en:

- El estudio de recurso y producción elaborado por la consultora especializada G-Advisory.
- La información técnica de diseño de la planta híbrida incluida en la memoria del Proyecto.
- La modelización adicional desarrollada.

Los valores energéticos finales reproducidos en el presente documento coinciden con los proporcionados por la consultora, si bien su presentación se adapta al formato y alcance exigido en un proyecto de generación híbrida para autorización administrativa.

## 2.2 TERMINOLOGÍA Y PARÁMETROS FUNDAMENTALES

A continuación, se recogen los términos y magnitudes empleadas en el análisis de recurso, la modelización y la hibridación del Proyecto Híbrido Alcornoque.

### 2.2.1 TÉRMINOS ASOCIADOS AL RECURSO SOLAR

**Albedo:** fracción de la irradiación reflejada por el terreno hacia la parte posterior del módulo bifacial.

**Célula solar o fotovoltaica:** dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

**DC/AC ratio, Relación Pico/Nominal:** cociente entre la potencia pico de los módulos y la potencia nominal AC del inversor. Define el margen de sobredimensionamiento del campo fotovoltaico y afecta al *clipping* y al PR.

**DC/POI ratio, Relación Pico/POI:** cociente entre la potencia pico de los módulos y la potencia disponible en el punto de conexión híbrido. Es un parámetro clave en proyectos híbridos al determinar el riesgo de *curtailment* fotovoltaico.

**Degradación de los módulos:** reducción anual esperada de la potencia del módulo. Puede incluir degradación inicial por exposición a la radiación (LID, *Light Induced Degradation*) y degradación anual lineal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, colegiado nº 03302

**DHI, *Diffuse Horizontal Irradiance:*** fracción de la irradiación global que llega al plano horizontal en forma de radiación difusa (proveniente del cielo), una magnitud necesaria para el cálculo del recurso en el plano del generador.

**$E_{AC}$, Energía Neta Anual:** energía en corriente alterna generada por la planta fotovoltaica durante un año, medida a la salida de los inversores y tras aplicar todas las pérdidas internas del sistema (ópticas, térmicas, eléctricas, de conversión y de disponibilidad). Es el principal resultado energético obtenido en PVSyst para la evaluación del rendimiento anual de la planta.

**Factor de bifacialidad:** relación entre la respuesta eléctrica de la cara posterior y de la cara frontal del módulo FV.

**GHI, *Global Horizontal Irradiance*:** irradiación solar global sobre un plano horizontal. Es la magnitud base utilizada para derivar la radiación en el plano generador fotovoltaico.

**Ganancia geométrica**: incremento relativo entre la irradiación incidente en el plano del generador FV y la irradiación horizontal (GHI). Depende del seguidor, la ubicación y la distribución estacional del recurso.

**Inversor:** convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulador.

**Irradiancia o radiación solares:** energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas. Se distinguen diversas componentes: radiación directa, radiación difusa y radiación reflejada. Se mide en W/m$^2$.

**I*, Irradiancia estándar (STC / Standard Test Conditions):** condiciones de referencia para la caracterización de módulos FV. Irradiación de 1.000 W/m$^2$, temperatura de célula de 25 °C y espectro AM1.5. Sirve como base para definir la potencia pico del módulo.

**Módulo o panel fotovoltaico:** conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como un único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

***Pitch* (distancia entre filas):** distancia horizontal entre el eje de dos filas consecutivas de estructuras fotovoltaicas. Determina el grado de sombreado entre filas, la eficacia del *backtracking* en seguidores y la ganancia geométrica del campo FV. Se expresa en metros.

**$P_{nom}$, Potenica nominal:** potencia que los inversores pueden entregar en corriente alterna en condiciones nominales. Se usa para determinar la ratio Pico/Nominal y la capacidad de evacuación de la planta.

**$P_p$, Potencia pico:** potencia eléctrica del módulo o de la instalación medida en condiciones estándar (STC). Es la magnitud utilizada para cuantificar la capacidad instalada del generador FV.

**PR, *Performance Ratio:*** coeficiente que expresa el rendimiento global de la planta fotovoltaica, considerando pérdidas térmicas, ópticas, eléctricas, de conversión e indisponibilidades internas.

**STC, Condiciones Estándar de Medida:** conjunto de condiciones de referencia empleadas para la caracterización de la potencia pico de los módulos fotovoltaicos. Las STC se definen como:

- Irradiancia: 1.000 W/m$^2$
- Temperatura de célula: 25 °C
- Espectro solar: AM 1.5

Bajo estas condiciones se determinan la potencia pico nominal (Wp) empleada en los cálculos energéticos y en la definición de la potencia instalada (MWp).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABRERO, Colegiado nº 13302
VISADO

**TMY, Año Meteorológico Típico (*Typical Meteorological Year*):** serie meteorológica sintética que representa un año promedio estadísticamente representativo del comportamiento climático a largo plazo de un emplazamiento. El TMY se construye seleccionando, mes a mes, registros históricos reales que mejor reproducen los valores medios multianuales de irradiación, temperatura y otros parámetros. Se utiliza habitualmente en simulaciones fotovoltaicas "stand-alone" para obtener valores representativos de producción media anual.

### 2.2.2 TÉRMINOS ASOCIADOS AL RECURSO EÓLICO

**Curva de potencia corregida por densidad: c**urva de potencia del aerogenerador ajustada a la densidad del aire del emplazamiento.

**Distribución sectorial de frecuencias:** distribución del recurso según intervalos de velocidad y dirección del viento, base para generar matrices velocidad–dirección–potencia.

**Velocidad media del viento a buje:** valor medio anual de la velocidad del viento extrapolada a la altura de buje de los aerogeneradores.

***Wake losses* (pérdidas por estela):** reducción de la velocidad del viento y aumento de turbulencia producidos por la interferencia entre aerogeneradores propios y de parques vecinos.

#### 2.2.2.1 Términos comunes en la modelización

**CF, Factor de capacidad (*Capacity Factor):*** indicador que expresa la relación entre la energía efectivamente producida por la instalación durante un periodo y la energía que habría producido operando de manera continua a su potencia nominal. Permite comparar el rendimiento entre tecnologías y distintos escenarios de producción (P50, P90). Se calcula como:

CF = Energía producida / (Potencia nominal × 8.760 h).

***Curtailment* o *spill* fotovoltaico:** energía potencialmente generada por el Proyecto que no se puede evacuar debido a la limitación en el punto de conexión.

**Energía bruta:** energía generada por la instalación antes de aplicar cualquier pérdida adicional (estelas, eléctricas, indisponibilidad).

**Energía neta:** energía entregada tras descontar las pérdidas técnicas propias de cada instalación.

**Indisponibilidad:** fracción de tiempo en que la planta no puede generar a plena capacidad (operación y mantenimiento, paradas, indisponibilidad de red).

**Pérdidas eléctricas**: pérdidas en baja, media y alta tensión, desde los generadores hasta el punto de conexión.

**POI, Punto de Interconexión*:*** punto físico y eléctrico en el que el proyecto híbrido se conecta con la red de transporte. Constituye el límite regulatorio de potencia autorizada para la evacuación (47,16 MW en este proyecto) y es la referencia utilizada para la aplicación de las restricciones de evacuación y el análisis de vertidos (*curtailment*).

#### 2.2.2.2 Términos asociados a la evaluación estadística

**P50:** producción anual esperada, que se supera con un 50 % de probabilidad.

**P90:** producción anual esperada, que se supera con un 90 % de probabilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.gob.es
GREGORIO ALVAREZ CABRERIZO, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 2.3 FUENTES Y BASES DE DATOS METEOROLÓGICAS

Para la caracterización del recurso energético del Proyecto se ha realizado un análisis detallado del recurso solar y eólico a partir de fuentes meteorológicas de reconocido prestigio internacional y torres meteorológicas propias instaladas en el emplazamiento, combinando datos medidos in situ, series satelitales y reanálisis climáticos de largo plazo.

El objetivo de este apartado es describir la procedencia, calidad y representatividad de los datos empleados para las simulaciones energéticas.

### 2.3.1 RECURSO SOLAR

#### Fuente de datos y metodología

El análisis de recurso solar del emplazamiento se ha realizado utilizando la base de datos **SolarGIS**, integrada en el software PVSyst. Esta fuente combina observaciones satelitales de alta resolución (aproximadamente 1 km) con modelos físicos y atmosféricos, proporcionando:

- Series horarias multianuales con más de 10 años de cobertura (2015 – 2024).
- Variables radiativas de interés: GHI, DHI, DNI, albedo.
- Variables ambientales: temperatura ambiente, velocidad del viento, humedad relativa y presión.

Para la planta fotovoltaica se han empleado dos conjuntos de datos:

1. TMY (Año Meteorológico Típico) para la evaluación “stand-alone” de la planta FV.
2. Serie horaria multianual 2015 – 2024 para el análisis de la hibridación con la planta eólica.

Los datos geográficos relativos a este emplazamiento son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Localización: | Paredes de Nava |
| Latitud: | 42,2141º N |
| Longitud: | -4,6271º O |
| Altitud: | 821 m.s.n.m. |

La irradiación global horizontal anual (GHI) alcanza un valor de 1.650,31 kWh/m²·año según SolarGIS, en coherencia con los valores de referencia nacionales (ADRASE) y europeos, lo que confirma la representatividad del recurso solar en la zona.

#### Comparativa entre bases de irradiación

Con el fin de verificar la consistencia del recurso solar en el emplazamiento, se ha realizado una comparación entre diferentes bases de datos comúnmente empleadas en ingeniería solar:

- PVGIS v5.3
- Meteonorm 8.2
- NASA-SSE
- SolarGIS (TMY)
- ADRASE (referencia nacional)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 0013302
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº

| IRRADIACIÓN HORIZONTAL GLOBAL (kWh/m²/día) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| MES | PVGIS v5.3 | Meteonorm 8.2 | NASA - SSE | SolarGIS | ADRASE |
| ENERO | 1,73 | 1,75 | 1,68 | 1,76 | 1,70 |
| FEBRERO | 2,59 | 2,79 | 2,64 | 286 | 2,80 |
| MARZO | 4,40 | 4,30 | 3,87 | 4,44 | 4,50 |
| ABRIL | 5,18 | 5,62 | 4,80 | 5,29 | 5,60 |
| MAYO | 6,63 | 6,60 | 5,68 | 6,49 | 6,80 |
| JUNIO | 6,87 | 7,17 | 6,66 | 7,13 | 7,80 |
| JULIO | 8,03 | 7,51 | 6,76 | 7,69 | 7,70 |
| AGOSTO | 6,99 | 6,65 | 5,95 | 6,66 | 6,70 |
| SEPTIEMBRE | 5,33 | 5,11 | 4,58 | 5,05 | 5,10 |
| OCTUBRE | 3,60 | 3,31 | 2,81 | 3,27 | 3,40 |
| NOVIEMBRE | 2,08 | 2,09 | 1,88 | 2,02 | 2,10 |
| DICIEMBRE | 1,81 | 1,46 | 1,43 | 1,49 | 1,50 |
| AÑO | 4,62 | 4,54 | 4,07 | 4,52 | 4,70 |

*Tabla 1. Comparación de la irradiación solar global horizontal media diaria (kWh/m2/día) por mes en el emplazamiento de Paredes de Nava (Palencia), según las bases de datos PVGIS v5.3 (TMY), Meteonorm 8.2 (2001-2020), NASA-SSE (1983-2005), SolarGIS y la referencia nacional ADRASE.*

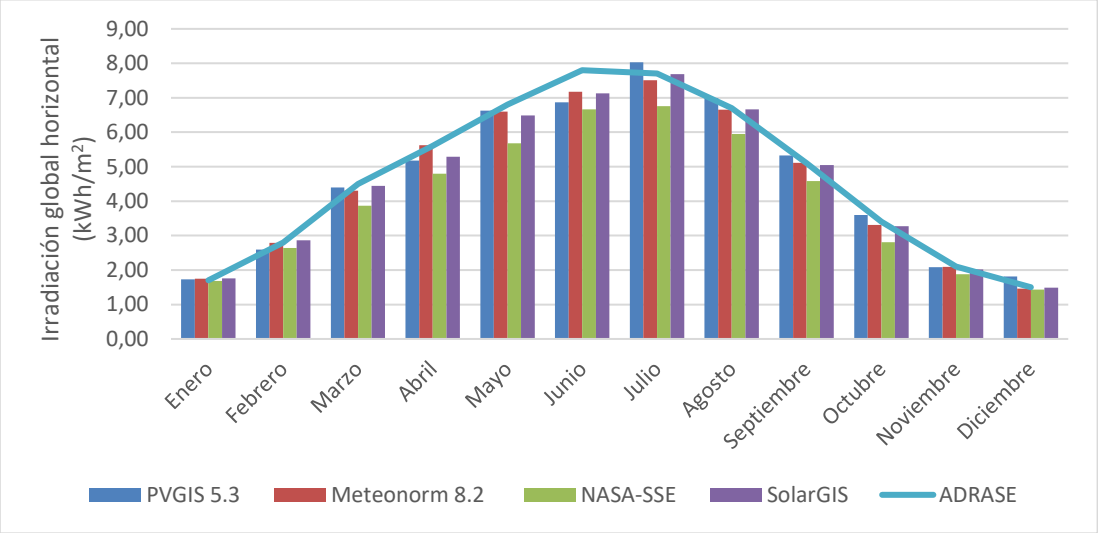



*Figura 1. Comparación mensual de la irradiación global horizontal media diaria (kWh/m²/día) en el emplazamiento de Paredes de Nava (Palencia), según las bases de datos PVGIS v5.3 (TMY), Meteonorm 8.2 (2001-2020), NASA-SSE (1983-2005), SolarGIS TMY frente a la referencia nacional ADRASE.*

Esta comparación muestra que SolarGIS se sitúa dentro del rango de variabilidad esperado y presenta coherencia mensual y anual respecto a las demás fuentes, reforzando su validez como base principal de las simulaciones.

## Caracterización mensual del recurso solar

Para describir la estacionalidad del recurso se representa la evolución mensual de GHI (Irradiación Global Horizontal), DHI (Irradiación Difusa Horizontal) y temperatura ambiente media.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org/cvd/ con el código seguro de verificación 0093302
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº
VISADO

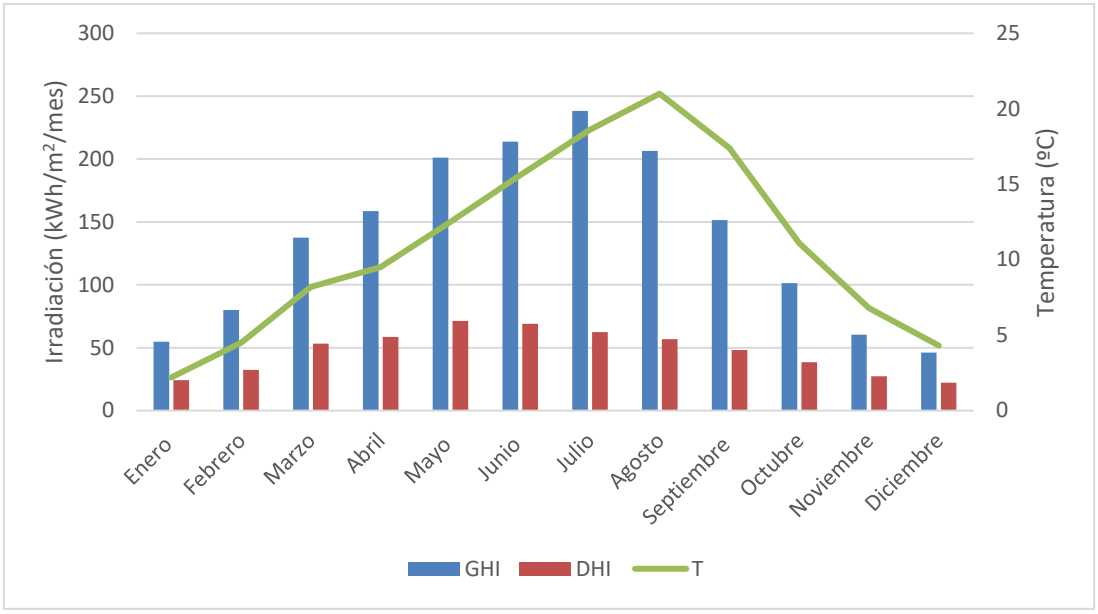



*Figura 2. Distribución mensual de la irradiación global horizontal (GHI) y difusa (DHI) en el emplazamiento de Paredes de Nava (Palencia), junto con la temperatura ambiente media mensual, obtenidas de la base de datos SolarGIS.*

La serie evidencia el patrón estacional típico de latitudes medias, con:

- Máximos de irradiación entre mayo y agosto, con valores superiores a 200 kWh/m²·mes.
- Un incremento notable de DHI en meses invernales, coherente con mayor nubosidad.
- Temperaturas medias que oscilan entre 4–6 °C (invierno) y 20–23 °C (verano), con una temperatura media anual de 11 °C.

El valor medio anual de GHI alcanza 1.650,5 kWh/m², con una contribución difusa de 563,7 kWh/m² (aproximadamente el 34 % del total). Estas condiciones corroboran la idoneidad del emplazamiento para el aprovechamiento fotovoltaico y permiten anticipar efectos térmicos sobre el rendimiento de los módulos.

### 2.3.2 RECURSO EÓLICO

#### Estación de medida TM Paredes de Nava

El análisis de recurso eólico del Parque Híbrido Alcornoque se ha basado fundamentalmente en los registros obtenidos en la torre meteorológica (TM) ubicada en Paredes de Nava, a una distancia aproximada de 1,2 km del centro del parque eólico. La estación cuenta con instrumentación conforme a la norma IEC 61400-12-1, con registros cada 10 minutos y sensores redundantes a 80, 100 y 120 m.

Las características principales de la TM Paredes de Nava son:

- Localización ……Paredes de Nava
- Coordenadas UTM (ETRS89, Huso 30) ……X = 366.764 m; Y = 4.674.493 m; Z = 820 m
- Periodo de medición ……20/04/2023 - 08/09/2025
- Duración del registro……29 meses
- Intervalo de registro……10 minutos
- Altura de torre……80 m
- Disponibilidad anemómetros……84 % (tras control de calidad)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| SENSOR | MODELO | ALTURA (m) | ORIENTACIÓN (°) |
|---|---|---|---|
| Anemómetro 1, 3, 5 | NRG S1 | 120 / 100 / 80 | 337,5 |
| Anemómetro 2, 4 | NRG S1 | 100 / 80 | 157,5 |
| Anemoveleta | YOUNG ALPNE | 120 | 157,5 |
| Veleta 1, 2, 3 | NRG 200M | 118 / 98 / 78 | 157,5 |
| Termohigrómetro | Kintech K308TH | 119 / 9 | — |
| Barómetro | Kintech K611PB | 7 | — |

*Tabla 2. Instrumentación instalada en la TM Paredes de Nava.*

La disponibilidad tras el control de calidad es del 98,6 %, garantizando un registro robusto para el análisis estadístico.

## Control de calidad

La serie se sometió a un proceso meticuloso de validación:

- Eliminación de valores espurios o incoherentes (bloqueos mecánicos, congelación, fallos eléctricos).
- Comparación entre anemómetros redundantes en cada nivel.
- Corrección por efecto sombra de la torre (*tower shading*).
- Generación de series combinadas de velocidad y dirección representativas.

El resultado es un conjunto de datos depurados y aptos para simulaciones de producción.

## Periodo de referencia y extensión (MCP)

Para el análisis de recurso eólico se ha seleccionado un periodo de referencia de dos años completos de medición, con el fin de evitar sesgos estacionales y asegurar la representatividad anual de la serie.

A partir de este registro se ha aplicado la metodología MCP (*Measure-Correlate-Predict*) para extender los datos al largo plazo, utilizando como fuente de referencia la base de datos ERA5 del *European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF).* Esta base proporciona información horaria de más de 30 años de histórico, lo que permite ajustar el periodo medido a las condiciones medias de los últimos diez años. El grado de correlación obtenido ($R^2$ = 0,94) garantiza la consistencia estadística de la extensión y fiabilidad de la serie ajustada a largo plazo.

Este ajuste permite obtener una serie eólica representativa del régimen de viento a largo plazo (últimos 10 años).

## Extrapolación vertical del viento

Para la obtención de la velocidad del viento a altura de buje se aplicó la ley logarítmica del perfil de viento, considerando un exponente de rugosidad α ajustado por sectores direccionales. El valor medio ponderado resultante fue de α = 0,21, valor típico de la Meseta Norte.

## Resultados del recurso eólico

La caracterización del recurso eólico realizada a partir de la serie depurada de la TM Paredes de Nava muestra los elementos principales descritos a continuación:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- **Régimen direccional:** la rosa de direcciones obtenida a 120, 100 y 80 m (Figura 3) evidencia un patrón claramente bidireccional, con dos sectores predominantes, Este-Noreste (ENE) y Oeste-Suroeste (WSW). Este comportamiento confirma la estabilidad direccional del emplazamiento.

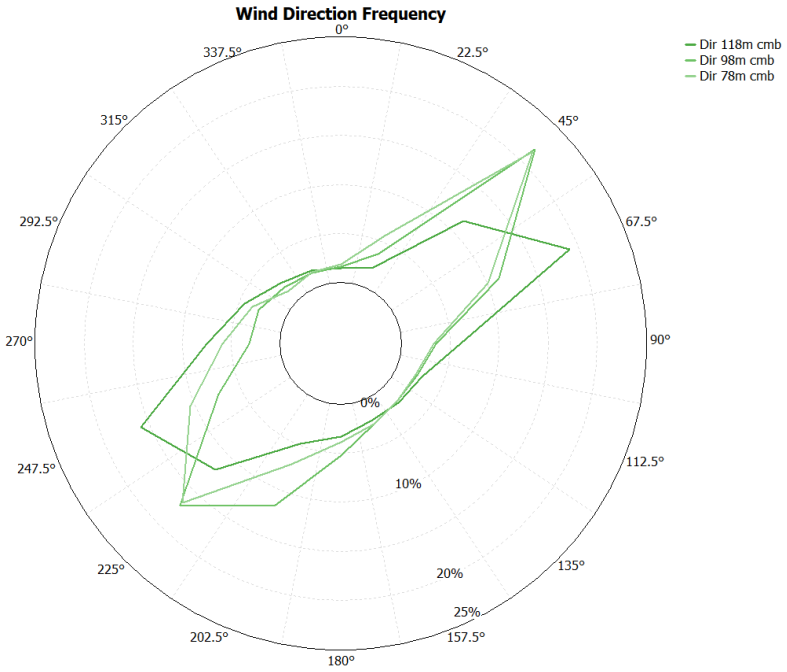



*Figura 3. Rosa de frecuencias de la TM Paredes de Nava.*

- **Variación estacional**: la variación mensual del viento (Figura 4) indica un recurso robusto durante todo el año, con máximos en los meses de invierno y otoño y mínimos relativos en los meses estivales. Sin embargo, en los meses de menor viento, las velocidades medias siguen siendo significativas para la generación eólica, lo que contribuye a suavizar la variabilidad interanual

- **Variación diaria del viento**: el perfil horario medio (Figura 5) muestra un comportamiento típico de la región, con velocidades más elevadas durante la tarde-noche y un valle de viento en torno a las horas centrales del día, directamente relacionado con la estabilidad térmica diurna.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABRERO, colegiado nº 0013302
VISADO

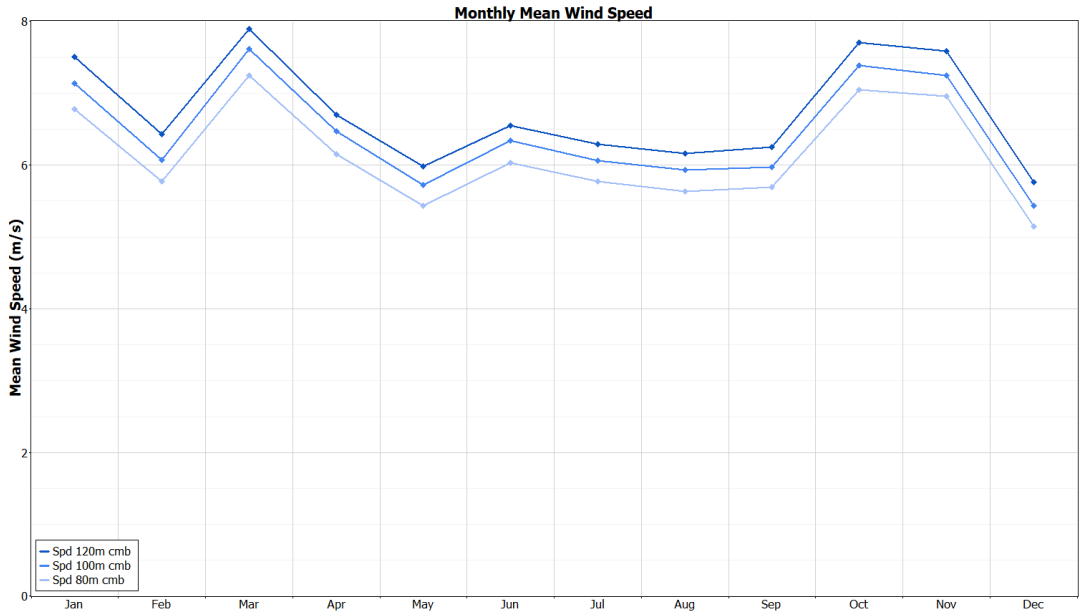



*Figura 4. Perfil anual de la TM Paredes de Nava.*

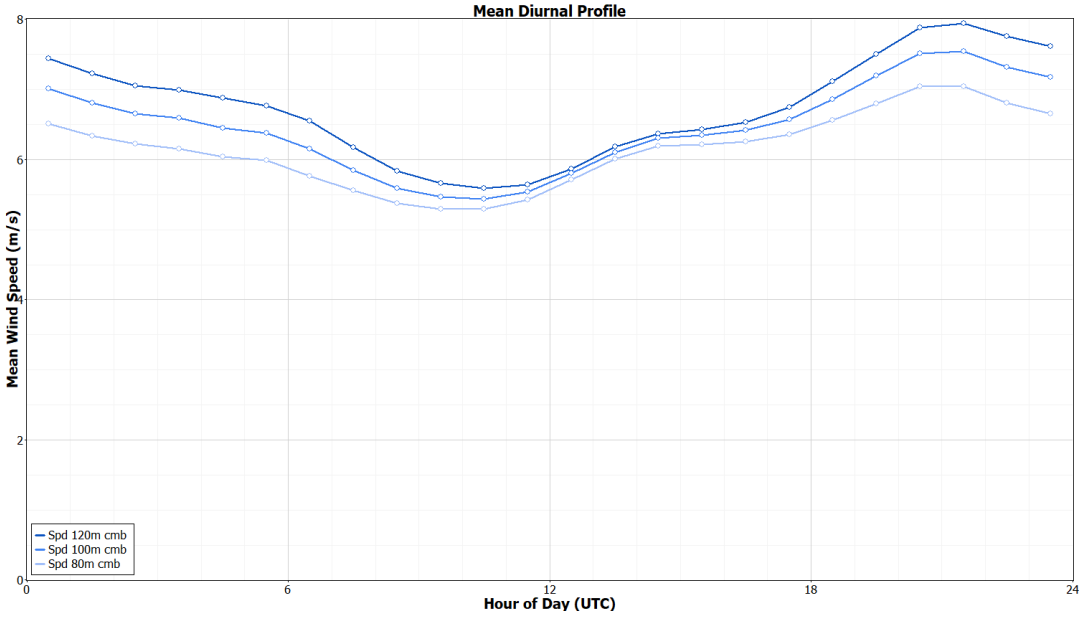



*Figura 5. Perfil diario de la TM Paredes de Nava.*

El emplazamiento del Proyecto presenta unas condiciones de viento favorables y características de la Meseta Norte, con una velocidad media anual a 140 m de 6,99 m/s, una densidad del aire media de 1,1 kg/m$^3$. Se trata de un recurso estable, escasa estacionalidad extrema y un régimen direccional bien definido.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 2.3.3 CONCLUSIÓN CONJUNTA DEL RECURSO

La complementariedad solar-eólica en Paredes de Nava queda confirmada:

- A escala diaria, el viento suele intensificarse en horas nocturna, mientras que la generación fotovoltaica presenta máximos al medio día.
- A escala estacional, los meses de mayor recurso solar coinciden con una menor intensidad del viento, compensando parcialmente la variabilidad de cada tecnología.

Esta complementariedad contribuye a optimizar el aprovechamiento de la capacidad de evacuación común (POI), reduciendo los vertidos por limitación de potencia y mejorando la estabilidad global de la generación híbrida.

En conjunto, las condiciones de viento y radiación en Paredes de Nava confirman la idoneidad del emplazamiento para el desarrollo de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico, con un elevado potencial energético y una adecuada complementariedad entre tecnologías.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.4 CONFIGURACIÓN DE LAS PLANTAS

El Parque Híbrido Alcornoque está compuesto por un parque eólico de 49MW de potencia y una planta fotovoltaica con seguimiento a un eje con una potencia nominal de 49 $MW_{AC}$, que comparten una capacidad de evacuación autorizada de 47,16 MW en el punto de conexión Grijota 400 kV.

La configuración de ambas instalaciones se ha diseñado para optimizar el uso del punto de conexión común, maximizar la complementariedad temporal entre los recursos solar y eólico y minimizar los vertidos simultáneos (*curtailment*), contribuyendo a una evacuación más estable y eficiente.

### 2.4.1 PARQUE EÓLICO

El parque eólico está compuesto por siete aerogeneradores modelo Nordex N175 de 7 MW de potencia unitaria, 140 m de altura de buje y 175 m de diámetro de rotor, alcanzando una potencia total instalada de 49 MW.

La disposición de los aerogeneradores, prácticamente perpendicular a la dirección predominante del viento (ver *Figura 6*), se ha optimizado para minimizar las pérdidas por estela (*wake losses*) internas y las interacciones con parques eólicos colindantes.

El control de planta se realiza mediante un *Power Plant Controller* (PPC) que regula la potencia activa y reactiva, mantiene el factor de potencia en el punto de conexión y gestiona las consignas de red de acuerdo con los requerimientos del Operador del Sistema (REE).

**Cumplimiento normativo:**

Los aerogeneradores Nordex N175-7.0 cumplen con los requisitos de la PO 12.3 y la norma UNE 206007-1, incluyendo capacidades de respuesta ante huecos de tensión (LVRT/HVRT), control de potencia activa y reactiva, y limitación dinámica de potencia. El sistema de control de parque (PPC) asegura la coordinación con el sistema SCADA y la comunicación con la red eléctrica conforme a los procedimientos operativos aplicables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

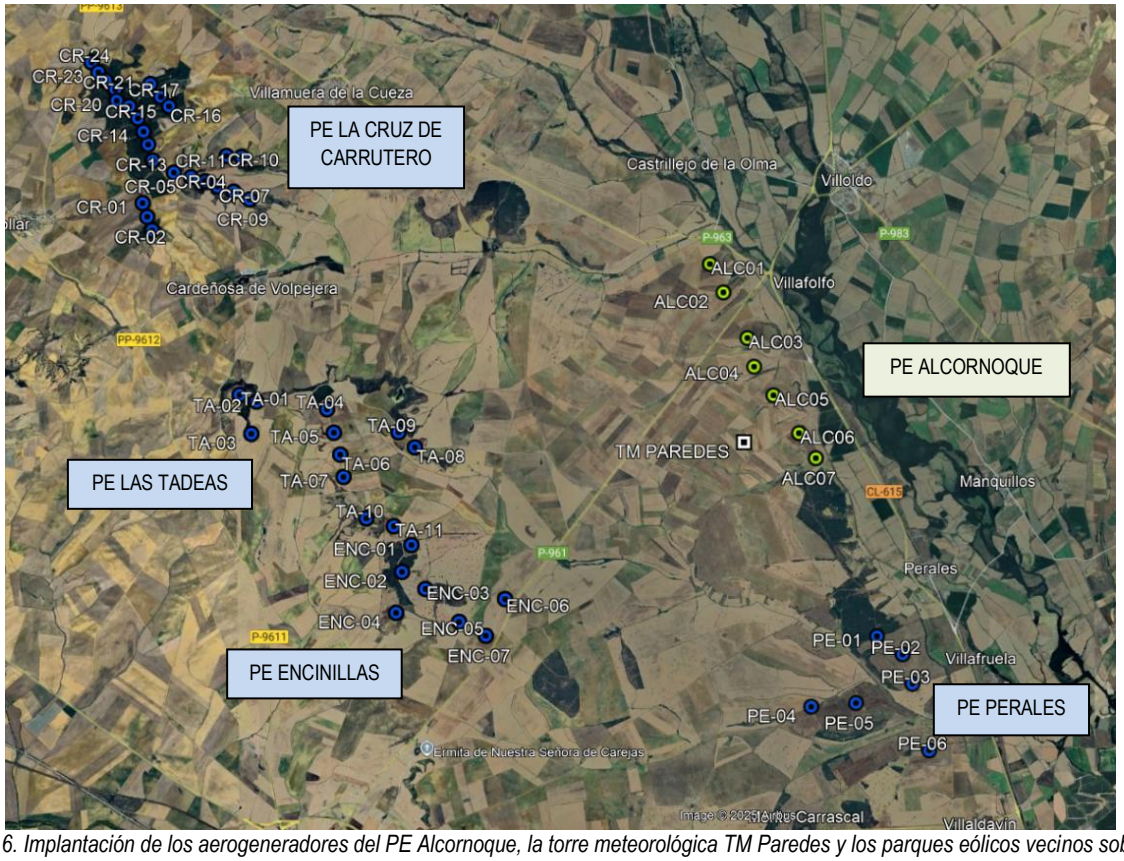



*Figura 6. Implantación de los aerogeneradores del PE Alcornoque, la torre meteorológica TM Paredes y los parques eólicos vecinos sobre imagen satelital (Google Earth).*

### 2.4.2 PLANTA FOTOVOLTAICA

La planta fotovoltaica cuenta con una potencia pico instalada de 54,81 MWp, compuesta por 75.600 módulos bifaciales Trina Solar Vertex N TSM-NEG21C.20 de 725 Wp. Los módulos se instalan sobre seguidores solares monoeje horizontal N–S PVH Axone Duo, con seguimiento Este-Oeste ±60°, pitch de 6 m y altura media al suelo de 1,8 m. El sistema incorpora la funcionalidad de *backtracking* para reducir sombras entre filas y optimizar la captación de irradiación.

Cada bloque de potencia se compone de 20 inversores Sungrow SG350HX de 350 kW conectados a un centro de transformación 0,8/30 kV, instalando siete centros de transformación que totalizan una potencia nominal de 49 MWAC.

La planta se ha dimensionado para que su potencia nominal sea compatible con el límite de evacuación conjunto del proyecto híbrido.

#### Cumplimiento normativo:

Los inversores cumplen los requisitos de PO 12.3 y UNE 206007-1, incluyendo control de potencia reactiva, factor de potencia, rampas y limitaciones de potencia, así como capacidad de respuesta a huecos de tensión (LVRT/HVRT).

El sistema SCADA de planta permite la supervisión y registro continuo de variables eléctricas y meteorológicas relevantes para la operación y supervisión por parte del Operador del Sistema.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 2.4.3 SISTEMA DE EVACUACIÓN COMÚN

El proyecto tiene concedida una potencia máxima de evacuación de 47,16 MW a la red de transporte, que se realizará a través de una línea enterrada de 14,5 km y 30 kV con una configuración de doble circuito. Esta línea enlazará el edificio eléctrico del proyecto con una posición de 30 kV en la SET colectora La Higuera 30/132 kV, que a su vez se conecta mediante una línea aéreo-subterránea de 132 kV con la SET Husillos 132/400 kV, para así elevar la tensión y conectar con una posición de 400 kV de la SET Grijota, propiedad de REE.

Dado que los aspectos constructivos y eléctricos de estas infraestructuras se describen detalladamente en la Memoria del Proyecto, en este anexo únicamente se hace referencia a su función energética dentro del modelo de producción y evacuación del conjunto híbrido.

La configuración descrita de las plantas eólica y fotovoltaica, junto con el sistema de evacuación, constituye la base sobre la que se ha realizado la modelización y simulación energética del Parque Híbrido Alcornoque.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.5 MODELIZACIÓN Y SIMULACIÓN ENERGÉTICA

### 2.5.1 HIPÓTESIS GENERALES

La modelización energética del Parque Híbrido Alcornoque tiene por objeto estimar la producción anual y multianual de las instalaciones eólica y fotovoltaica, así como la energía neta del conjunto híbrido entregable al punto de conexión, considerando las condiciones reales de recurso, configuración y sistema de evacuación definidos para el proyecto.

El análisis se ha realizado a partir de la información técnica del proyecto y de los resultados del estudio de recurso y producción elaborado por consultoría especializada. En este anexo se integran los elementos necesarios para garantizar la trazabilidad del proceso de simulación y su adecuada justificación ante la Administración.

La metodología aplicada se basa en tres etapas:

1. **Modelización independiente del parque eólico:** se ha realizado mediante el software WAsP, empleando una serie de viento medida en la torre meteorológica Paredes de Nava, extrapolada y extendida por MCP a un periodo de diez años. La simulación se ha realizado con la curva de potencia del aerogenerador Nordex N175-7.0 MW, ajustada a la densidad estimada del emplazamiento. A partir de la energía bruta, se han aplicado las pérdidas operativas, eléctricas y medioambientales definidas en el estudio de recurso, obteniéndose la energía neta anual del parque eólico.
2. **Modelización independiente de la planta fotovoltaica:** se realizó con PVSyst v8.0 utilizando una serie TMY de SolarGIS para estimar el comportamiento anual representativo y considerando los efectos ópticos, geométricos, eléctricos y de degradación.
3. **Generación de series horarias multianuales y análisis de hibridación** para evaluar adecuadamente la complementariedad temporal de ambos recursos y los vertidos energéticos (*curtailment*) por limitación de evacuación. Para la obtención de las series horarias de generación de fotovoltaica se han simulado cada uno de los años del periodo 2015-2024 con los datos de SolarGIS. En el caso de la eólica, el software WAsP no genera series horarias de producción, por lo que se han generado cruzando la matriz velocidad-dirección-potencia del parque, que sí se obtiene con WAsP, con la serie de viento de la torre meteorológica procesada y extendida a 10 años (2015-2024). Ambas series incluyen las pérdidas internas aplicables antes del punto de hibridación, excluyendo las indisponibilidades de planta y las pérdidas eléctricas posteriores al acoplamiento, que son aplicadas en la fase final. Finalmente, para evaluar la energía entregable, se cruzan ambas series horarias y se aplica la limitación del POI priorizando la generación eólica. De esta forma se obtiene la energía híbrida neta evacuable, los vertidos fotovoltaicos y el análisis horario de complementariedad entre tecnologías.

### 2.5.2 PARQUE EÓLICO

#### Modelización

La estimación de la producción eólica del Parque Eólico Alcornoque se ha realizado mediante el software WAsP (*Wind Atlas Analysis and Application Program*), empleando como base la serie de viento extrapolada y extendida a largo plazo (MCP) descrita en el apartad.

El modelo integra los siguientes elementos de entrada:

- El modelo digital del terreno (MDT): obtenido a partir de cartografía oficial del IGN (Instituto Geográfico Nacional).
- Rugosidad superficial y obstáculos: definida conforme al manual del modelo WAsP y del *European Wind Atlas*, representativa de una orografía de monte bajo y matorral, predominante en el emplazamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.colegioingenieros.es/validacion
GREGORIO ÁLVAREZ CUBERO - 01330 - Colegiado
VISADO

- Densidad media del aire: calculada a partir de los registros de temperatura, humedad relativa, presión de la TM Paredes de Nava extrapolados a la altura de buje de los aerogeneradores, resultando un valor de 1,1 kg/m$^3$, que es aplicado para el ajuste de la curva de potencia del aerogenerador
- Curva de potencia: correspondiente al aerogenerador Nordex N175-7.0 MW, ajustada a la densidad indicada.

A partir de la climatología predicha en cada posición, WAsP estima la energía bruta anual integrando la curva de potencia corregida por densidad con la distribución sectorial de velocidades.

Los principales resultados de la simulación se recogen en la Tabla 3.

| PARÁMETRO | VALOR |
|---|---|
| Potencia instalada (MW) | 49,0 |
| N.º de aerogeneradores | 7 |
| Modelo | Nordex N175-7.0 |
| Altura de buje (m) | 140 |
| Velocidad media WAsP a buje (posición de AEGs) (m/s) | 6,94 |
| Energía bruta anual (GWh/año) | 161.945 |
| Horas equivalentes brutas (h) | 3.305 |
| Factor de capacidad bruto (%) | 37,7 |

*Tabla 3. Parámetros y resultados brutos estimados para el Parque Eólico.*

## Pérdidas asociadas a la producción

Para la obtención de la energía neta se han considerado las pérdidas que afectan al rendimiento del parque, siguiendo las recomendaciones sectoriales habituales y garantizando la conservación física del balance energético (véase IEC 61400-15). Estas pérdidas se agrupan según su naturaleza en:

- **Pérdidas por efecto estela (*wake losses*)**: incluyen tanto las estelas internas entre aerogeneradores como las externas, procedentes de parques vecinos (Cruz de Carrutero, Las Encinillas, Las Tadeas y Perales). Estas pérdidas son calculadas mediante el modelo PARK de WAsP.
- **Indisponibilidades**: internas (O&M, mantenimiento correctivo) y externas (red y fuerza mayor).
- **Pérdidas eléctricas**: en baja, media y alta tensión, incluyendo transformadores, cables y pérdidas por autoconsumo auxiliar del parque.
- **Pérdidas por curva de potencia:** asociadas a desviaciones entre la curva de potencia certificada y el comportamiento en condiciones reales de operación.
- **Otras pérdidas**: agrupan un conjunto de pérdidas menores asociadas a factores medioambientales, histéresis, *de-rating*, etc.

| TIPO DE PÉRDIDA | SUBCATEGORÍA | VALOR (%) |
|---|---|---|
| Efecto estela | Internas + externas | 2,58 |
| Eléctricas | BT-MT-AT[1] | 4,00 |
| | Autoconsumo | 0,2 |
| Indisponibilidad | Interna | 3,50 |

[1] BT-MT-AT: Baja Tensión – Media Tensión – Alta Tensión

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CORREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| TIPO DE PÉRDIDA | SUBCATEGORÍA | VALOR (%) |
|---|---|---|
| | Red y otros | 1,00 |
| Curva de potencia | - | 2,09 |
| Otras | medioambientales, histéresis, etc. | 0,80 |
| **Total de pérdidas** | | **13,39** |

*Tabla 4. Pérdidas de producción consideradas en el Parque Eólico.*

## Análisis de incertidumbre

Tras la aplicación de las pérdidas indicadas en la Tabla 4, se obtiene la energía neta del Parque Eólico Alcornoque, representativa de su producción anual en condiciones normales de operación.

No obstante, toda estimación energética incluye una variabilidad inherente, asociada tanto al recurso eólico como al proceso de modelización. Por este motivo, se ha realizado un análisis de incertidumbre que permite determinar los valores P50 y P90 del proyecto, tanto para el primer año de operación como para el promedio a diez años.

Las fuentes de incertidumbre consideradas son las siguientes:

- Medida de la velocidad del viento (instrumentación, calibración, efectos de torre, extensión MCP).
- Error del modelo de flujo (linealización y aproximaciones topográficas).
- Densidad del aire.
- Pérdidas por estela (incertidumbre del modelo *PARK)*.
- Curva de potencia.
- Pérdidas eléctricas.
- Pérdidas de indisponibilidad.
- Factores ambientales menores.

En la siguiente tabla se presenta la cuantificación de cada componente de incertidumbre, tanto para un horizonte de un año como para el promedio a diez años:

| INCERTIDUMBRE ASOCIADA A LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE EÓLICO | | |
|---|---|---|
| **Componente** | **1 año (%)** | **10 años (%)** |
| Medida de la velocidad del viento | 11,67 | 9,98 |
| Error del modelo | 5,00 | 5,00 |
| Densidad | 1,00 | 1,00 |
| Pérdidas por estela | 1,00 | 1,00 |
| Curva de potencia | 2,91 | 2,91 |
| Pérdidas eléctricas | 1,00 | 1,00 |
| Disponibilidad | 1,00 | 1,00 |
| Ambientales | 0,5 | 0,5 |
| **Total** | **13,19** | **11,72** |

*Tabla 5. Incertidumbres asociadas a la producción del Parque Eólico.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABRERAS, Colegiado nº 0013302

### Estimación de la producción

Una vez cuantificadas las principales fuentes de incertidumbre, se obtiene el intervalo de confianza de la producción energética del parque eólico, expresado en términos de los percentiles P50 y P90, tanto para el primer año de operación como para el promedio del periodo de diez años.

El valor P50 representa la producción neta esperada con una probabilidad del 50 %, es decir, la estimación más probable de generación anual, mientras que el P90 indica la producción que será alcanzada o superada con una probabilidad de 90 %, constituyendo un escenario conservador habitualmente empleado en la evaluación económica y financiera de los proyectos.

A partir de las pérdidas y la incertidumbre calculadas, se obtiene la producción neta para los escenarios P50 y P90, tanto para el horizonte de un año como para el promedio de diez años:

| HORIZONTE TEMPORAL | PROBABILIDAD | PRODUCCIÓN NETA (MWh/año) | HORAS EQUIVALENTES (h) | FACTOR DE CAPACIDAD (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 año | P50 | 140.270 | 2.974 | 33,93 |
| | P90 | 116.557 | 2.472 | 28,19 |
| 10 años | P50 | 140.270 | 2.974 | 33,93 |
| | P90 | 119.197 | 2.528 | 28,83 |

*Tabla 6.Producción neta estimada del Parque Eólico para distintos escenarios de probabilidad.*

La producción neta estimada del parque eólico Alcornoque es de **140,27 GWh/año (P50),** equivalente a unas **2.974 horas equivalentes,** considerando que la potencia máxima autorizada en el punto de conexión (47,16 MW) y un factor de capacidad del 34 %, coherente con el recurso local y el aerogenerador instalado.

Los resultados muestran una buena representatividad del recurso eólico local y una moderada variabilidad interanual, coherente con las condiciones típicas de la zona de Paredes de Nava (Palencia). La diferencia entre los percentiles P50 y P90, inferior al 15 % confirma que la producción del parque presenta una dispersión anual contenida y un nivel de riesgo adecuado para la planificación energética y económica del proyecto.

## 2.5.3 PLANTA FOTOVOLTAICA

### Modelización

La estimación de la producción de la planta fotovoltaica del Parque Híbrido Alcornoque se ha realizado mediate el software PVSyst v8.0, empleando datos meteorológicos de la base SolarGIS (sección 2.3.1).

El modelo reproduce el comportamiento de una instalación bifacial con seguimiento horizontal a un eje Norte-Sur, dotada de tecnología *backtracking,* para minimizar sombreados entre filas y optimizar la captación de irradiación. El objetivo del modelo es determinar la energía neta anual ($E_{AC}$) generada en corriente alterna a la salida de los inversores, integrando las condiciones de irradiación, el efecto bifacial y el rendimiento global del sistema (*Performance Ratio*, PR).

La energía anual producida por una instalación bifacial fotovoltaica, $E_{AC}$, puede calcularse como:

$$E_{AC} = P_p \times \frac{I_{inc} + (Bf \times I_{rear})}{I^*} \times PR$$

donde:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 0013302
VISADO

- $P_P$ es la potencia pico (MWp) en condiciones estándar de medida (STC)., 1.000 W/m$^2$, 25 °C, AM1.5).
- $I_{inc}$ es la irradiación anual incidente en el plano generador (frontal).
- $I_{rear}$ es la irradiación anual recibida en la cara posterior.
- Bf es el factor de bifacialidad del módulo.
- I* es la irradiación de referencia en condiciones estándar, 1.000 W/m$^2$.
- PR es un coeficiente adimensional que refleja el rendimiento global de la planta fotovoltaica, que incluye todas las pérdidas de potencia hasta el punto de conexión.

Los parámetros principales empleados en la simulación se resumen en la siguiente tabla:

| PARÁMETRO | VALOR |
|---|---|
| Potencia pico (MWp) | 54,81 |
| Potencia nominal (MW) | 49,00 |
| Relación DC/AC | 1,11 |
| Relación DC/POI | 1,16 |
| GHI (kWh//m$^2$) | 1.650 |
| Albedo (%) | 18 |
| Factor de bifacialidad | 0,70 |
| Ganancia geométrica (%) | 33,68 |

*Tabla 7. Principales componentes considerados en la simulación.*

Se ha considerado una tolerancia positiva en línea con la garantía de potencia positiva del fabricante, lo que da lugar a una potencia pico efectiva de 54,81 MWp. Tanto la ratio entre la potencia pico y la nominal (relación DC/AC), como entre la potencia pico y el POI (DC/POI), se encuentran en el rango habitual observado en proyectos de hibridación con características similares, permitiendo maximizar la captación de energía solar sin comprometer el límite de evacuación conjunto.

La ganancia geométrica, elevada debido a la orientación y al seguimiento a un eje con un *pitch* amplio, es coherente con lo esperado en instalaciones con seguidores a un eje y corresponde al incremento de irradiación captada respecto del plano horizontal.

## Pérdidas asociadas a la producción

La energía neta generada por la planta fotovoltaica se ve afectada por una serie de pérdidas asociadas a los componentes del sistema, las condiciones ambientales y la disponibilidad operativa. Estas pérdidas se han cuantificado a partir de la simulación realizada en PVSyst v8.0, complementada con los valores de referencia técnicos proporcionados por el fabricante de equipos y la experiencia en proyectos similares.

Las pérdidas se agrupan en las siguientes categorías:

- **Pérdidas ópticas y geométricas**:
  - Pérdidas por suciedad: el polvo y suciedad en general reducen la radiación que llega a las células, siendo más acusado para los rayos que inciden oblicuamente. Se adopta un valor conservador coherente con un plan de limpieza estándar.
  - Pérdidas por sombreado cercano y lejano: las sombras proyectadas sobre los generadores, tanto los obstáculos en el terreno (edificios, árboles, farolas, etc.) como entre filas del propio campo, son determinadas por PVSyst mediante un modelo 3D. El sombreado lejano se considera nulo al presentar

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABEZOS, Colegiado nº 0013302
VISADO

la parcela un horizonte abierto y libre de obstáculos. El sombreado cercano, que considera las sombras proyectadas sobre los módulos, se ha reducido mediante el uso de seguidores con *backtracking.*

- Ángulo de incidencia (IAM): pérdidas ópticas por reflexión angular del vidrio con revestimiento antirreflectante, calculadas mediante las ecuaciones de Fresnel.

- **Pérdidas por irradiación y bifacialidad:**
  - Reflexión del suelo (albedo): parte de la irradiancia reflejada que contribuye a la ganancia bifacial.
  - Factor de forma, difusa y sombreado: obtenidas de la simulación geométrica de la planta.
  - Factor de bifacialidad: se obtiene de la ficha técnica del módulo fotovoltaico.

- **Pérdidas eléctricas y de conversión:**
  - Pérdidas por baja irradiancia y temperatura: la temperatura de la operación de las células solares depende directamente de la temperatura ambiente, la temperatura normal de operación de la célula, de la radiación incidente y de la velocidad del viento. El rendimiento de las células solares depende principalmente del material empleado en su fabricación. Estas pérdidas son determinadas por PVSyst a partir de los coeficientes de los módulos indicados por el fabricante.
  - Pérdidas por desajuste (*mismatch*): son el resultado de la limitación de las condiciones de operación de todos los módulos que estén conectados en serie a las condiciones del módulo con menor potencia pico. Se estima siguiendo la práctica habitual del sector, considerando la disposición de los módulos es la que minimiza las pérdidas por desajuste.
  - Seguimiento MPPT: desviaciones del punto de máxima potencia por dinámica de los inversores.
  - Eficiencia del inversor: generalmente, a medida que el nivel de carga aumenta, la eficiencia aumenta. Se considera la eficiencia europea declarada por el fabricante.
  - Pérdidas eléctricas (BT-MT): debidas a la resistencia óhmica del cableado.
  - Consumo propio: energía consumida por sistemas auxiliares (seguidores, comunicaciones, SCADA, etc.)
  - Limitación por "*overpowering*" (*clipping)*: pérdida derivada de la relación DC/AC.

- **Pérdidas por indisponibilidad:**
  - Indisponibilidad de la planta: debidas a paradas programadas y correctivas. Están sujetas al contrato de operación y mantenimiento.
  - Indisponibilidad de la red: limitaciones de evacuación o consignas externas.

- **Pérdidas por degradación del módulo** (indicadas por el fabricante):
  - Degradación inicial (LID): asociada a la degradación inducida por su exposición al sol durante las primeras horas de operación.
  - Degradación anual: pérdida de potencia acumulada al cierre del primer año.

| TIPO DE PÉRDIDA | SUBCATEGORIA | VALOR (%) |
|---|---|---|
| **Perdidas ópticas y geométricas** | Suciedad | 2,00 |
| | Sombreamiento cercano | 2,17 |
| | Sombreamiento lejano | 0,00 |
| | Ángulo de incidencia (IAM) | 1,37 |
| **Pérdidas por irradiancia y bifacialidad** | Reflexión | 0,29 |
| | En la cara posterior | 10,00 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en COLEGIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013502
VISADO

| TIPO DE PÉRDIDA | SUBCATEGORIA | VALOR (%) |
|---|---|---|
| | Factor de bifacialidad | 80,00 |
| **Pérdidas del sistema** | Nivel de irradiancia | 0,47 |
| | Temperatura | 3,18 |
| | *Mismatch* | 1,20 |
| | Seguimiento MPPT | 0,50 |
| | Eficiencia inversor | 1,20 |
| | Eléctricas (BT–MT-AT) | 4,42 |
| | Consumo propio | 0,30 |
| | *Overpowering* (limitación DC/AC) | 0,38 |
| **Pérdidas por indisponibilidad** | Planta fotovoltaica | 1,00 |
| | Red eléctrica | 0,20 |
| **Pérdidas por degradación** | LID inicial | 0,60 |
| | Anual final primer año | 1,00 |
| | Anual promedio primer año | 0,80 |
| **Total de pérdidas (PR año 1 = 82,37%)** | | **17,63 %** |

*Tabla 8. Pérdidas globales consideradas en la simulación (año 1).*

El valor total de pérdidas del 17,63 % es representativo de un sistema bifacial con seguidores a un eje y módulos de alta eficiencia, dentro del rango habitual (15-18 %) para instalaciones de características equivalentes. Este valor se traduce en un *Performance Ratio* (PR) medio del 82,37 %, empleado en la estimación de la producción anual descrita en el siguiente apartado.

## Análisis de incertidumbre

La estimación de la producción energética de una planta fotovoltaica está sujeta a diferentes fuentes de incertidumbre vinculadas al recurso solar, al modelo de simulación y al comportamiento real de los equipos instalados. Estas incertidumbres determinan la robustez de los escenarios de producción (P50 y P90) habitualmente empleados en los estudios de rentabilidad y en la justificación técnica de los proyectos.

Las fuentes de incertidumbre se asocian principalmente a los siguientes factores:

- **Recurso solar**: corresponde a la variabilidad interanual de la irradiación global horizontal (GHI) y a la posible desviación de las bases de datos meteorológicas utilizadas (SolarGIS). Incluye la variación natural del recurso entre años, la dispersión estadística de los modelos satelitales y la incertidumbre residual en los algoritmos de reconstrucción y reprocesado. Este componente suele ser uno de los principales contribuyentes a la incertidumbre total.

- **Modelización del sistema**: incertidumbres del modelo de rendimiento (PVSyst), tolerancias en la configuración geométrica, coeficientes térmicos y parámetros ópticos de los módulos bifaciales, la representación del seguimiento a un eje y del *backtracking*, la resolución temporal de los datos horarios utilizados. Estas incertidumbres son típicamente moderadas en instalaciones bien caracterizadas y con bases de datos de alta calidad.

- **Equipos eléctricos y disponibilidad:** dispersión en la eficiencia real de inversores, pérdidas eléctricas y disponibilidad efectiva de la planta y la red. Se trata de incertidumbres generalmente bajas cuando existe tecnología probada y criterios de diseño conservadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en: https://sede.electronica.gob.es/validacion
Firmado por: (COLEGIADO) ÁLVAREZ ARROYOS, Colegiado nº 003392
VISADO

La consultora ha estimado una incertidumbre global a 1 año del 5,18 % y a 10 años del 4,60 %. Estos valores se encuentran en el rango habitual de instalaciones fotovoltaicas con diseño y modelización de alta calidad.

### Estimación de la producción

La estimación de la producción energética de la planta fotovoltaica con seguimiento horizontal a un eje Norte–Sur se resume en la Tabla 9, considerando los escenarios de incertidumbre a un año y a diez años para los percentiles de probabilidad P50 y P90:

| HORIZONTE TEMPORAL | PROBABILIDAD | PRODUCCIÓN NETA (MWh/año) | HORAS EQUIVALENTES (h) | FACTOR DE CAPACIDAD (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 año | P50 | 105.066 | 2.228 | 25,4 |
| | P90 | 98.092 | 2.080 | 23,7 |
| 10 años | P50 | 105.066 | 2.228 | 25,4 |
| | P90 | 98.866 | 2.096 | 23,9 |

*Tabla 9. Producción neta estimada de la planta fotovoltaica para distintos escenarios de probabilidad.*

La energía neta anual media en el escenario **P50** asciende a **105,07 GWh**, equivalente a **2.228 horas equivalentes anuales** de funcionamiento a potencia nominal del punto de conexión (47,16 MW), con un factor de capacidad del 25,4 %.

En el escenario P90 a un año, la producción se reduce a 98,9 GWh, equivalente a 2.080 horas (factor de capacidad del 23,7 %), mientras que el P90 a diez años asciende a 98,87 GWh, con 2.098 horas equivalentes (23,9 %).

Estos valores son coherentes con el rendimiento esperado para instalaciones bifaciales sobre seguidor a un eje en el emplazamiento analizado, y confirman la consistencia del modelo energético y del conjunto de pérdidas adoptadas en el estudio.

## 2.5.4 HIBRIDACIÓN Y ANÁLISIS CONJUNTO

### Objetivo y metodología

El análisis de la hibridación se ha realizado con el objetivo de evaluar el comportamiento conjunto de la planta fotovoltaica y el parque eólico, estudiando su complementariedad temporal y cuantificando las limitaciones de evacuación derivadas del límite de potencia en el punto de conexión común (47,16 MW).

Para este fin, se han empleado series horarias de producción simuladas en el periodo 2015–2024, lo cual permite representar adecuadamente la variabilidad interanual, evitar la dependencia de un único año meteorológico típico (TMY), evaluar de forma realista la coincidencia horaria entre recursos y calcular el vertido fotovoltaico (*PV curtailment*).

En el caso del parque eólico, dado que WAsP proporciona resultados anuales, se generó una serie horaria sintética de producción a partir de la matriz velocidad–dirección–potencia del parque. Esta matriz representa el comportamiento teórico de los aerogeneradores en función del régimen de viento local e incorpora los efectos de orografía, rugosidad y estelas previamente modelizados por WAsP. Dicha matriz se cruzó con la serie de viento horaria tratada y extendida (2015–2024) procedente de la estación meteorológica de Paredes de Nava, obteniéndose las curvas horarias de producción eólica del parque. A estas curvas se le aplicaron todas las pérdidas previas al punto de hibridación, excepto las indisponibilidades y las pérdidas eléctricas posteriores al acoplamiento (2,5 %), para obtener las series definitivas de producción eólica horaria.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.gob.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABEZUDO, Colegiado nº 00132
VISADO

En el caso de la planta fotovoltaica, las curvas horarias se obtuvieron mediante simulaciones anuales con el software PVSyst, empleando series horarias de irradiación procedentes de la base SolarGIS para el mismo periodo 2015–2024. Las simulaciones incluyen todas las pérdidas internas de la planta, a excepción de las pérdidas de indisponibilidad y las pérdidas eléctricas conjuntas aplicables tras el punto de unión con el parque eólico.

Las curvas horarias eólicas y fotovoltaicas se combinaron en un nodo intermedio o POI ajustado, definido como la potencia conjunta antes de aplicar las pérdidas eléctricas del tramo común. En las horas en las que la producción combinada supera este límite del POI ajustado, se prioriza la generación eólica, limitando exclusivamente la fotovoltaica. Finalmente, sobre la energía resultante se aplican las pérdidas eléctricas conjuntas (2,5 %), obteniéndose la energía neta evacuada hacia la SET Grijota 400 kV.

## Resultados de la hibridación

A partir de las curvas horarias de producción obtenidas para ambas tecnologías en el periodo 2015–2024, se ha evaluado el comportamiento conjunto del Proyecto Híbrido Alcornoque, analizando la energía total generada, el vertido fotovoltaico y la complementariedad horaria y estacional, el efecto de la degradación anual de los módulos y los escenarios P50 y P90 a 10 años.

Se ha evaluado el efecto de la degradación anual del módulo sobre el vertido, recalculando la producción fotovoltaica año a año e hibridándola nuevamente con la producción eólica. Esto permite estimar la reducción progresiva del *curtailment* asociada a la pérdida de potencia pico neta del generador fotovoltaico.

Finalmente, se ha generado un escenario P90 a 10 años mediante el escalado de las curvas P50 según las incertidumbres asignadas al recurso solar y eólico. Aunque este procedimiento introduce una incertidumbre adicional, constituye una aproximación válida para el cálculo de producción hibridada bajo criterios conservadores.

Los resultados medios anuales obtenidos se resumen en la *Tabla 10*, donde se comparan los valores de producción neta, porcentaje de vertido fotovoltaico y degradación neta del *curtailment:*

| ESCENARIO | PRODUCCIÓN NETA (MWh/año) | PV *CURTAILMENT* (%) | DEGRADACIÓN NETA DE *CURTAILMENT* (%) |
|---|---|---|---|
| **P50** | 227.738,68 | 16,7 % | 0,28 % |
| **P90 (10 años)** | 207.444,71 | 10,6 % | 0,31 % |

*Tabla 10. Resultados del análisis de hibridación para el Parque Híbrido Alcornoque.*

Los resultados obtenidos muestran tasas de vertido fotovoltaico coherentes y moderadas para una instalación híbrida con limitación de potencia de evacuación, garantizando un elevado factor de aprovechamiento del punto de conexión.

Por lo tanto, la energía neta anual media del proyecto híbrido en el escenario **P50** asciende a **227,74 GWh**, equivalente a **4.829 horas equivalentes anuales** de funcionamiento a potencia nominal del punto de conexión (47,16 MW), con un factor de capacidad del 55 %, donde se ya se han descontado todas las pérdidas asociadas, incluido el curtailment que se produce en el horario solar, al superar la generación la potencia autorizada de evacuación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en el GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 011302
VISADO

### 2.5.5 ANÁLISIS DE COMPLEMENTARIEDAD TEMPORAL EÓLICO-FOTOVOLTAICA

#### Enfoque y objetivo del análisis

El análisis de la hibridación se completa con el estudio horario del comportamiento conjunto de las plantas eólica y fotovoltaica, con el fin de evaluar su grado de complementariedad temporal, los períodos de coincidencia de producción y los vertidos fotovoltaicos ocasionados por la limitación de potencia en el punto de conexión.

El estudio se ha realizado a partir de las curvas horarias combinadas en el POI ajustado (esto es, descontando el 2,5 % de pérdidas eléctricas conjuntas).

#### Comportamiento horario en días representativos

De la *Figura 5* a la *Figura 9*, se muestran las curvas horarias de días concretos del periodo analizado bajo diferentes condiciones meteorológicas estacionales.

Se observa que, durante las horas centrales del día, la producción fotovoltaica alcanza su máximo, coincidiendo ocasionalmente con periodos de producción eólica elevada, lo que provoca situaciones de vertido por superación del límite de evacuación.

#### Comportamiento medio mensual

Con el objeto de visualizar la complementariedad global entre tecnologías, las gráficas de la *Figura 10* hasta la *Figura 21* muestran la media horaria mensual de los 10 años de simulaciones. Estas curvas permiten identificar los patrones estacionales de generación. La eólica domina en invierno, aportando estabilidad, mientras que la fotovoltaica lo hace en verano, compensando la menor disponibilidad de viento. Los vertidos medios aparecen suavizados, ya que los picos de coincidencia son eventos puntuales que no se reflejan de forma significativa en los promedios.

El vertido se detecta principalmente en las horas centrales del día, especialmente durante los meses de primavera y verano, coincidiendo con máximos solares y viento moderado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO VÁLEZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

## 2.6 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE LA HIBRIDACIÓN

El estudio confirma una **complementariedad temporal sólida** entre los recursos eólico y fotovoltaico del emplazamiento.

Durante los meses de invierno y otoño, la generación eólica predomina y garantiza una aportación energética constante, mientras que en los meses de primavera y verano la producción fotovoltaica cubre los periodos de menor viento, equilibrando la curva conjunta. Este comportamiento permite un aprovechamiento equilibrado del punto de conexión y una reducción de los periodos de baja entrega de energía.

Los vertidos se concentran en las horas centrales del verano y primavera, con valores medios en torno al 16 % en escenario P50 y próximos al 10 % en escenario P90 a 10 años. Estos valores son moderados y se sitúan dentro del rango habitual para configuraciones híbridas con potencias de evacuación similares.

En conjunto, la hibridación propuesta permite una mejor utilización de la infraestructura de evacuación, una reducción de la variabilidad horaria y una mayor estabilidad de la entrega energética del Proyecto Híbrido, optimizando el recurso disponible y mejorando el rendimiento global del sistema frente a las plantas independientes.

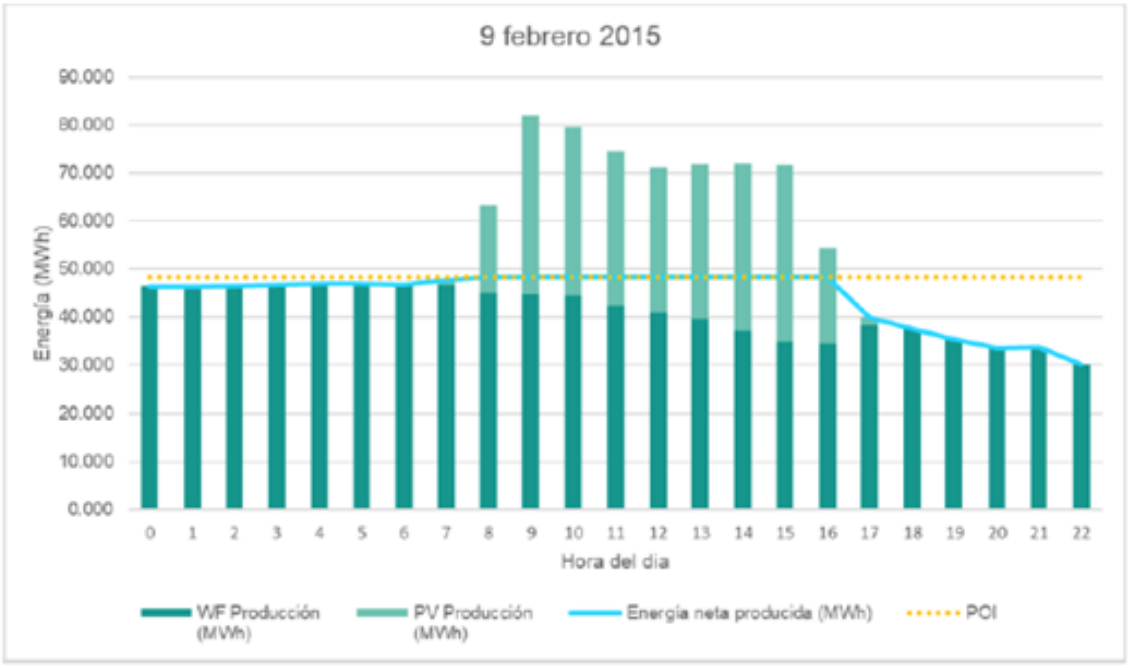



*Figura 5. Curva horaria de producción híbrida (eólica + fotovoltaica) para el 9/02/2015. Se muestra la producción eólica (WF), fotovoltaica (PV), la energía neta combinada y el límite de evacuación en el punto de conexión (POI).*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

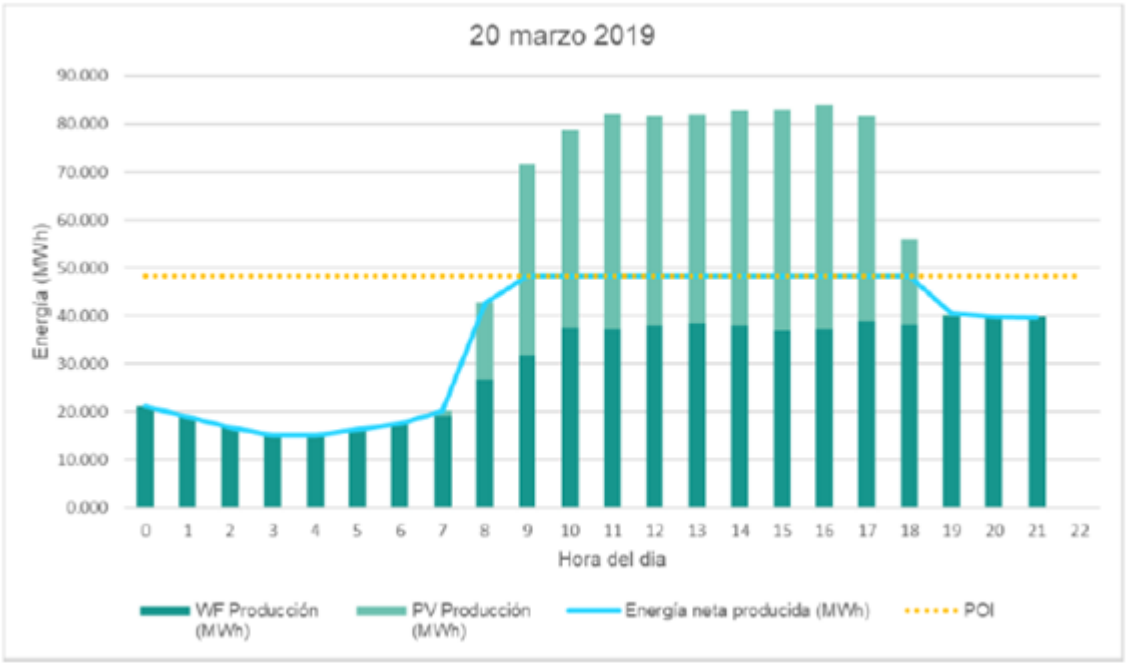



*Figura 6. Curva horaria de producción híbrida (eólica + fotovoltaica) para el 20/03/2019. Se muestra la producción eólica (WF), fotovoltaica (PV), la energía neta combinada y el límite de evacuación en el punto de conexión (POI).*

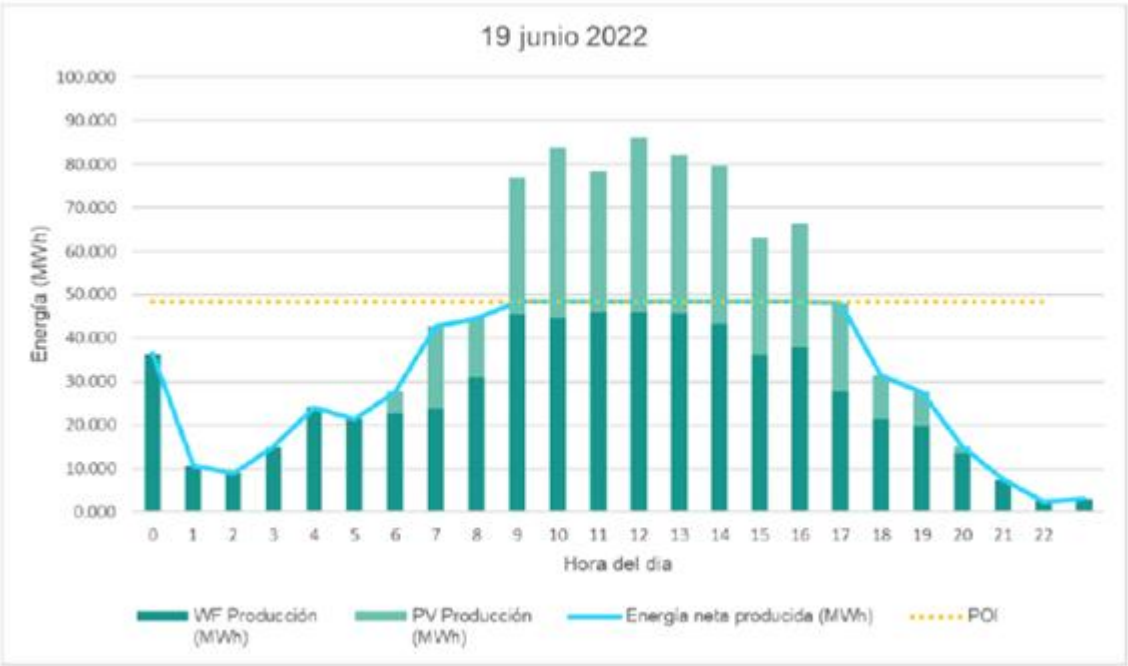



*Figura 7. Curva horaria de producción híbrida (eólica + fotovoltaica) para el 19/06/2022. Se muestra la producción eólica (WF), fotovoltaica (PV), la energía neta combinada y el límite de evacuación en el punto de conexión (POI).*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

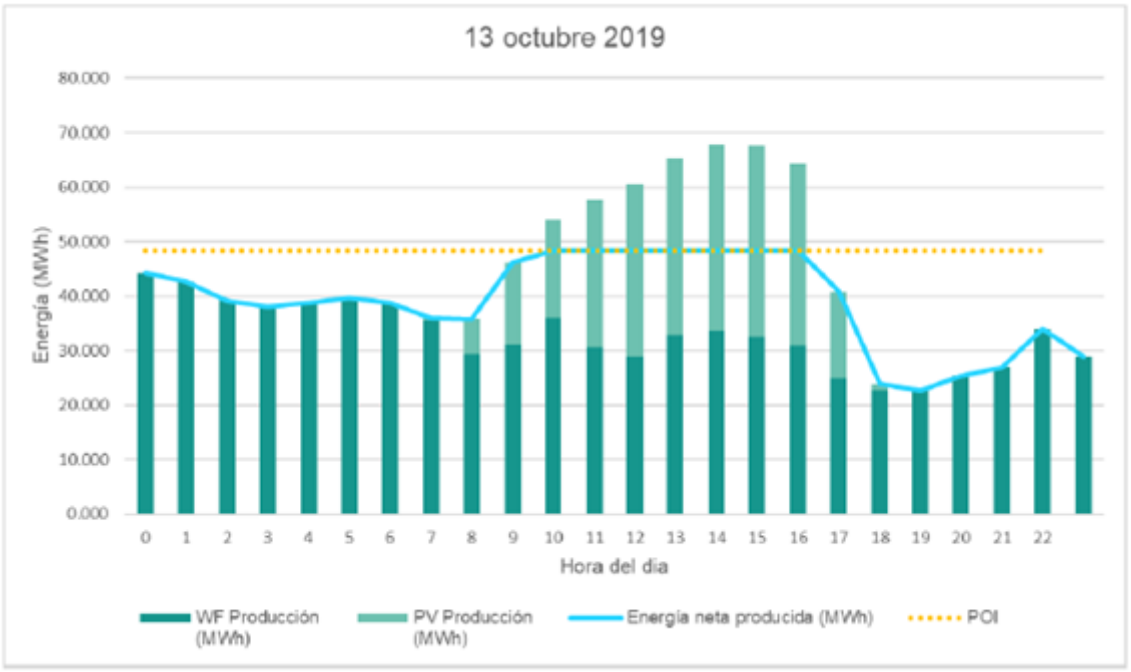



*Figura 8. Curva horaria de producción híbrida (eólica + fotovoltaica) para el 13/10/2019. Se muestra la producción eólica (WF), fotovoltaica (PV), la energía neta combinada y el límite de evacuación en el punto de conexión (POI).*

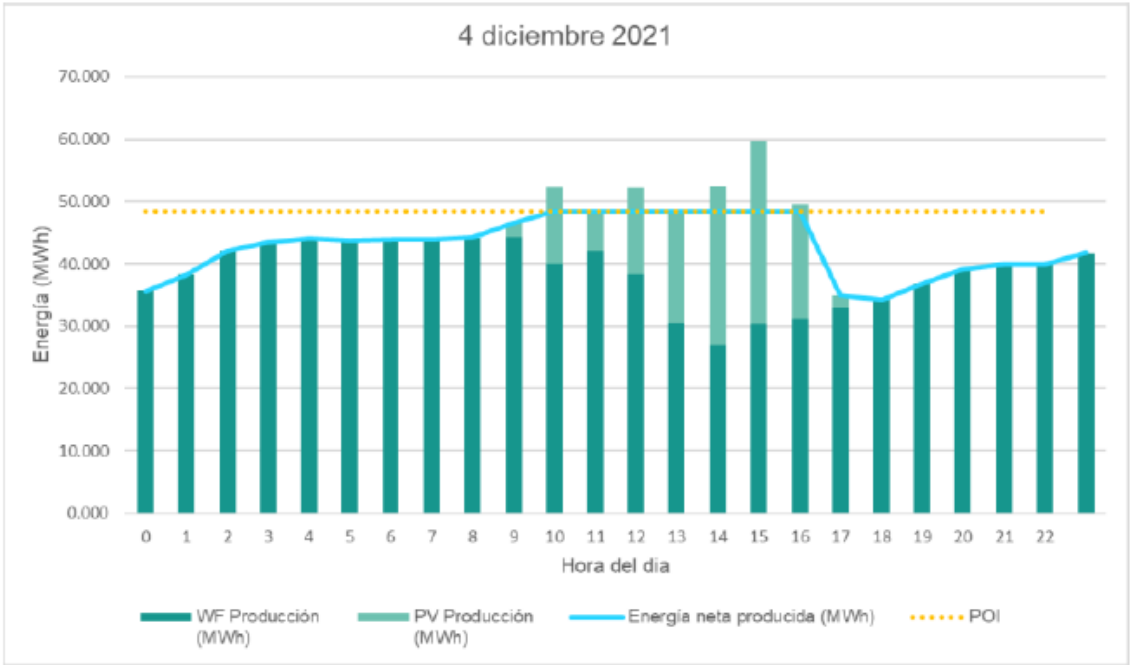



*Figura 9. Curva horaria de producción híbrida (eólica + fotovoltaica) para el 4/12/2021. Se muestra la producción eólica (WF), fotovoltaica (PV), la energía neta combinada y el límite de evacuación en el punto de conexión (POI).*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00132
VISADO

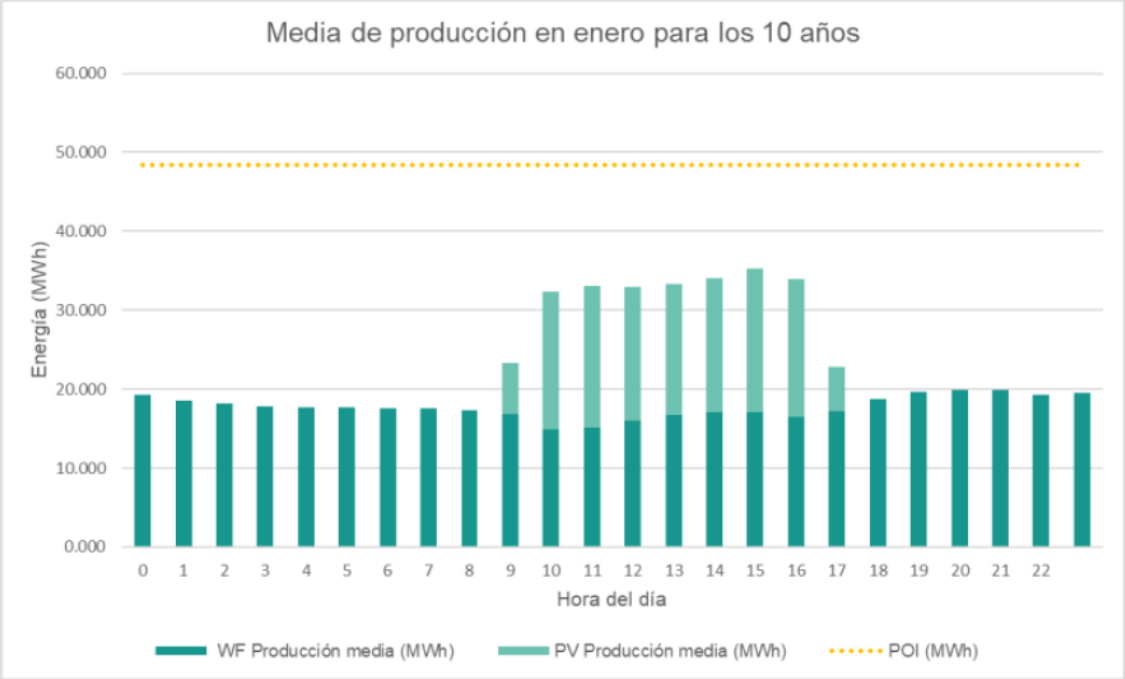



*Figura 10. Curva horaria media mensual de producción hibridada para enero (promedio 2015–2024).*
*Se observa una producción eólica dominante durante todo el día, con generación fotovoltaica moderada en las horas centrales y sin alcanzar el límite de evacuación (POI).*

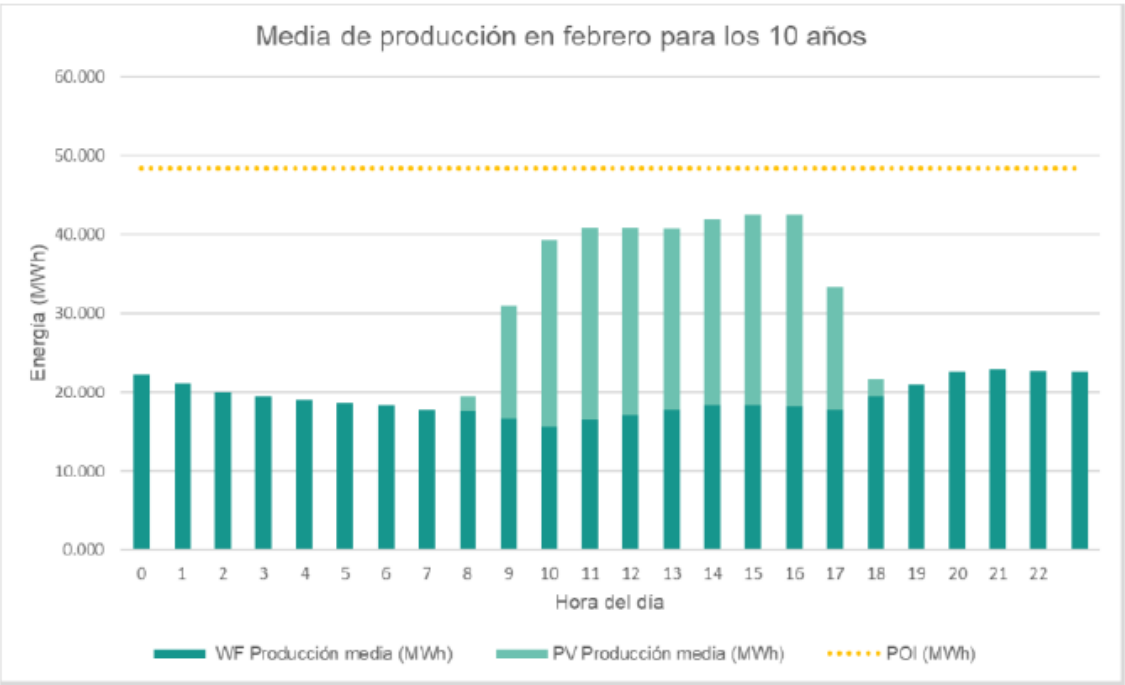



*Figura 11. Curva horaria media mensual de producción hibridada para febrero (promedio 2015–2024).*
*La generación eólica continúa siendo predominante, aunque la aportación fotovoltaica aumenta ligeramente al mediodía, manteniéndose por debajo del POI.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

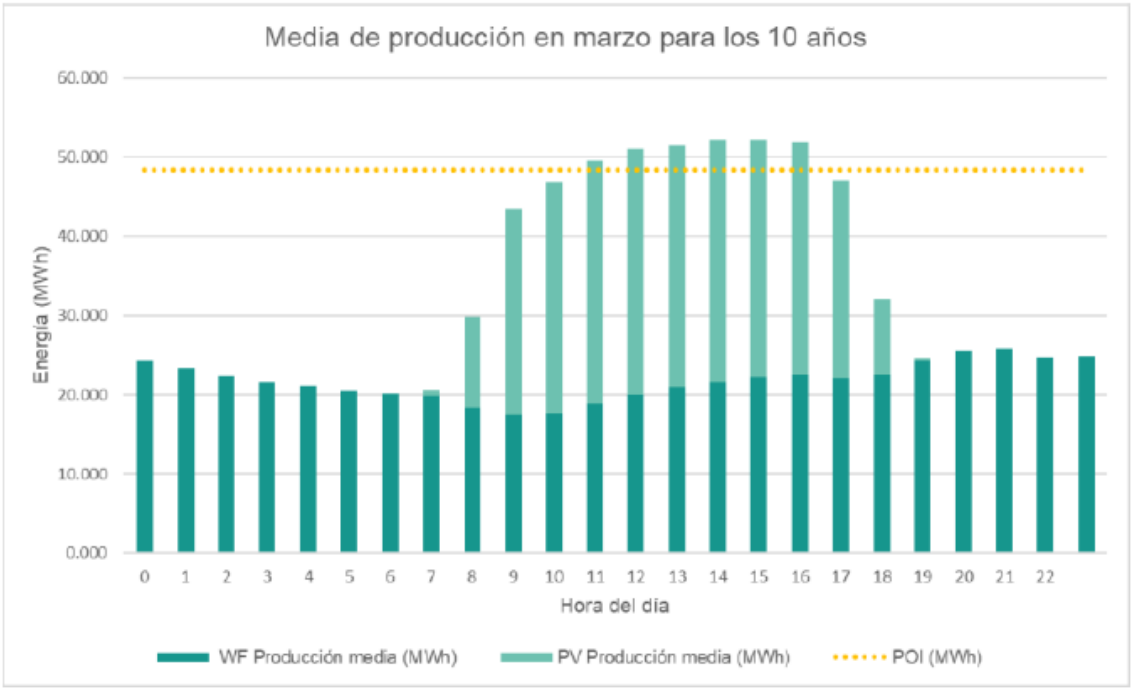



*Figura 12. Curva horaria media mensual de producción hibridada para marzo (promedio 2015–2024).*
*Se incrementa notablemente la producción solar, alcanzando valores próximos al límite de evacuación (POI) y mostrando un mayor equilibrio entre ambas tecnologías.*

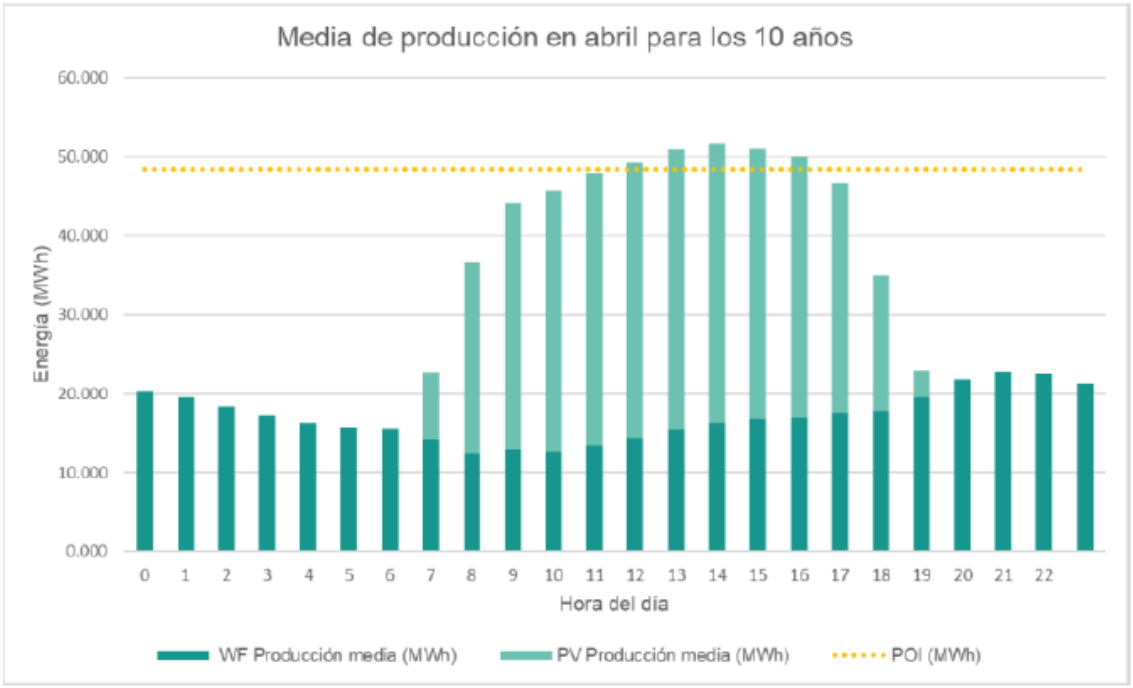



*Figura 13. Curva horaria media mensual de producción hibridada para abril (promedio 2015–2024).*
*Se aprecia una elevada aportación solar y una producción eólica moderada, con complementariedad clara y sin vertidos apreciables en la media mensual.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

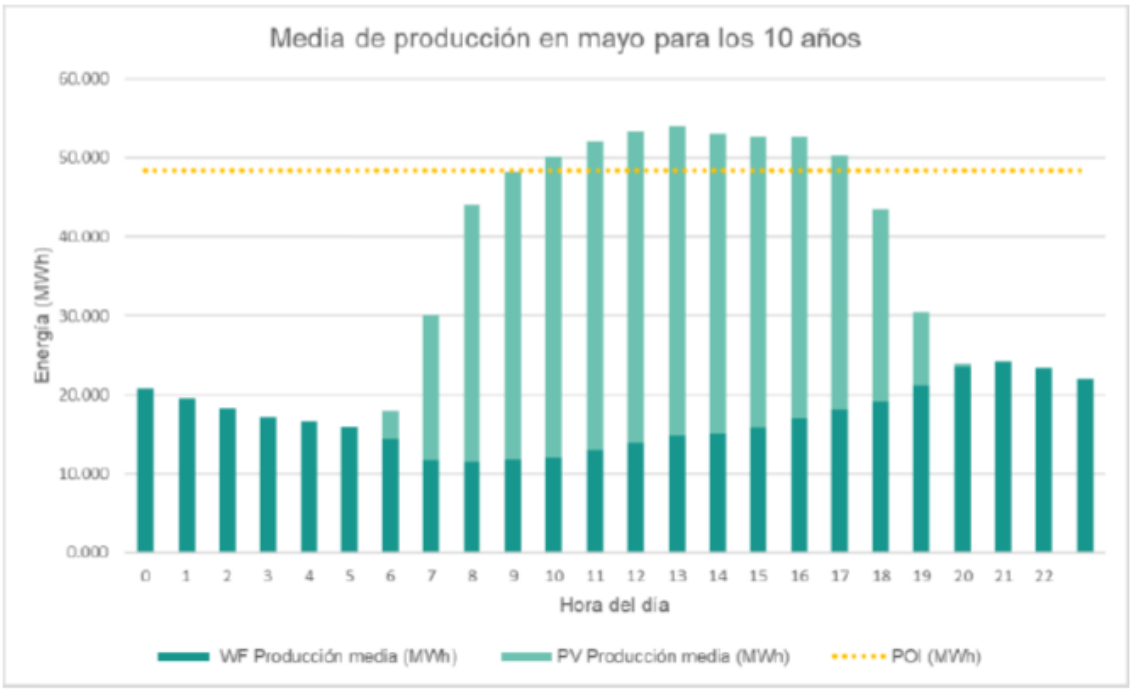



*Figura 14. Curva horaria media mensual de producción hibridada para mayo (promedio 2015–2024).*
*La energía solar presenta su máximo desarrollo, superando ampliamente a la eólica y alcanzando niveles cercanos al límite del POI en horas centrales.*

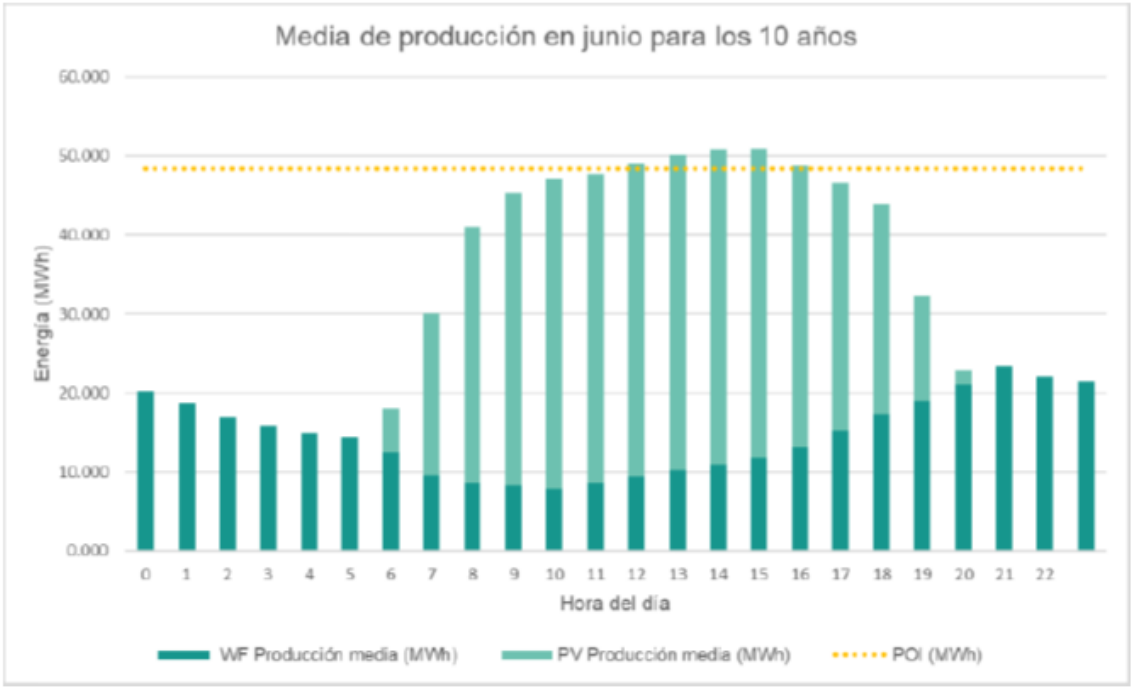



*Figura 15. Curva horaria media mensual de producción hibridada para junio (promedio 2015–2024).*
*Se mantienen valores solares muy altos y una reducción de la generación eólica. La producción total se aproxima al POI en torno al mediodía, aunque sin vertidos significativos en el promedio.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

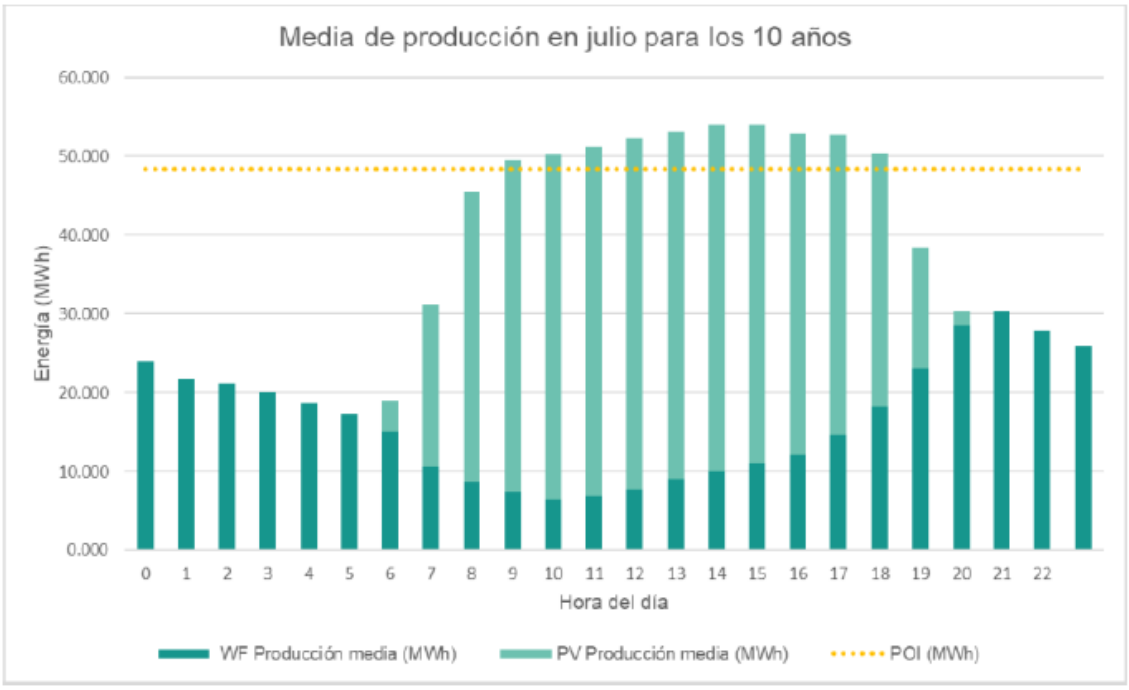



*Figura 16. Curva horaria media mensual de producción hibridada para julio (promedio 2015–2024).*
*La generación fotovoltaica domina completamente la producción, mientras que la eólica se mantiene en niveles bajos, evitando coincidencias excesivas que provoquen limitaciones de evacuación.*

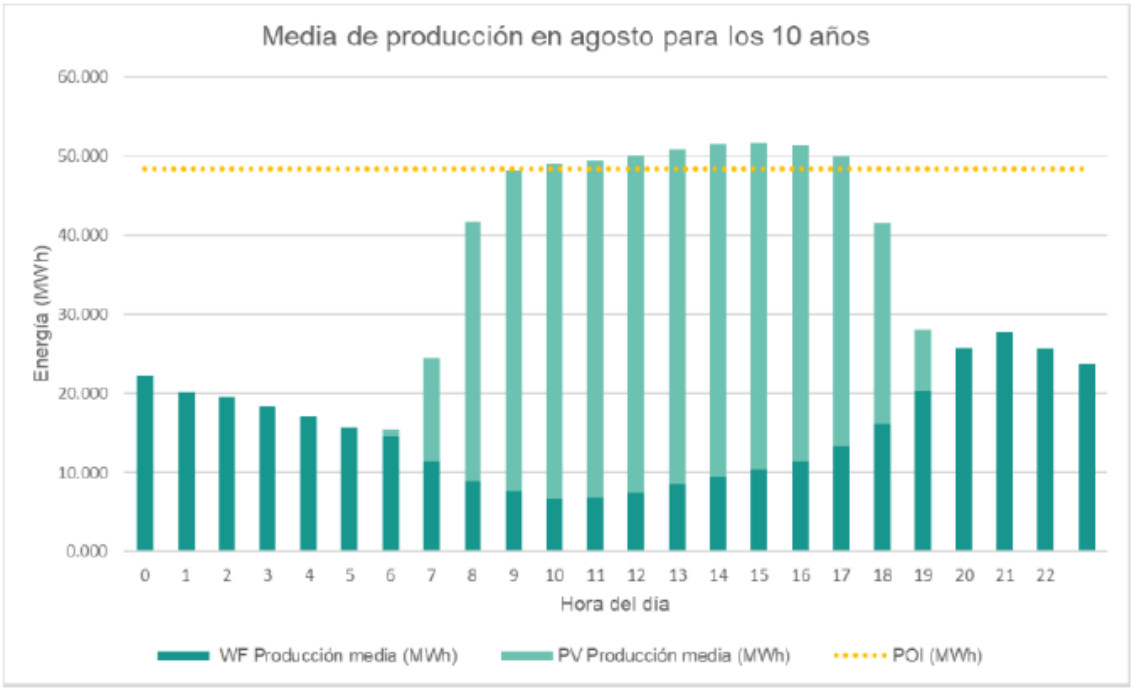



*Figura 17. Curva horaria media mensual de producción hibridada para agosto (promedio 2015–2024).*
*Se mantiene el predominio solar, con producción eólica reducida y comportamiento complementario. La producción conjunta se aproxima al POI durante las horas centrales*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

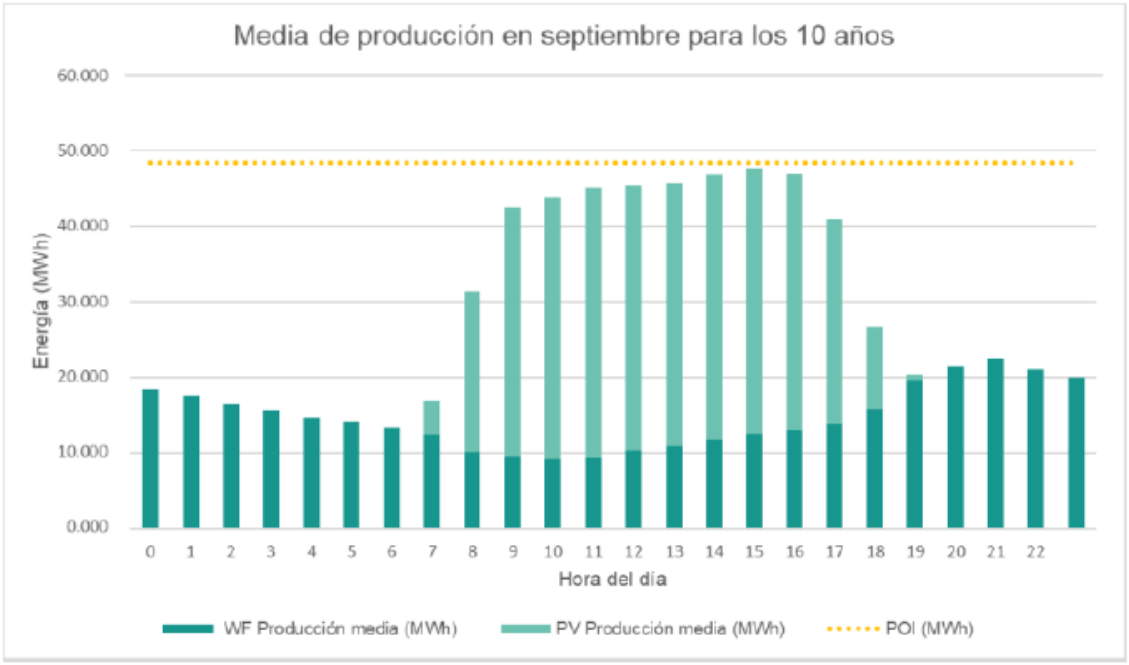



*Figura 18. Curva horaria media mensual de producción hibridada para septiembre (promedio 2015–2024).*
*Se observa una disminución de la producción fotovoltaica y una recuperación gradual del recurso eólico, manteniéndose la complementariedad entre ambas tecnologías.*

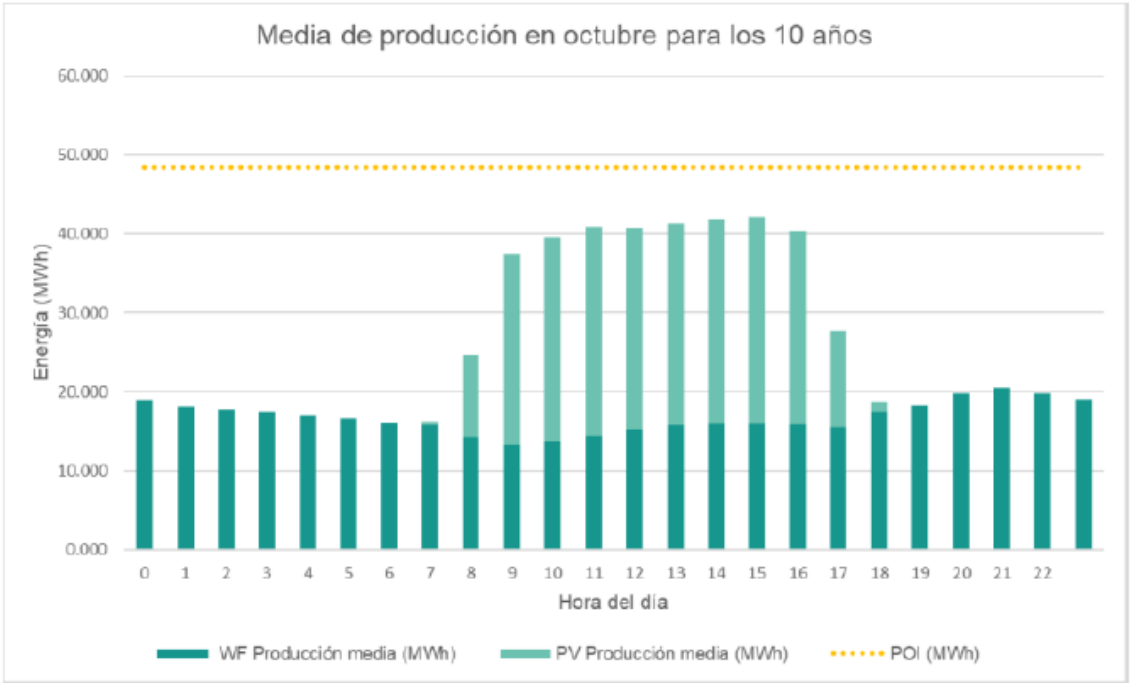



*Figura 19. Curva horaria media mensual de producción hibridada para octubre (promedio 2015–2024).*
*Incremento de la generación eólica y reducción solar notable, con equilibrio entre ambas tecnologías y ausencia de vertidos en la media mensual.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133
VISADO

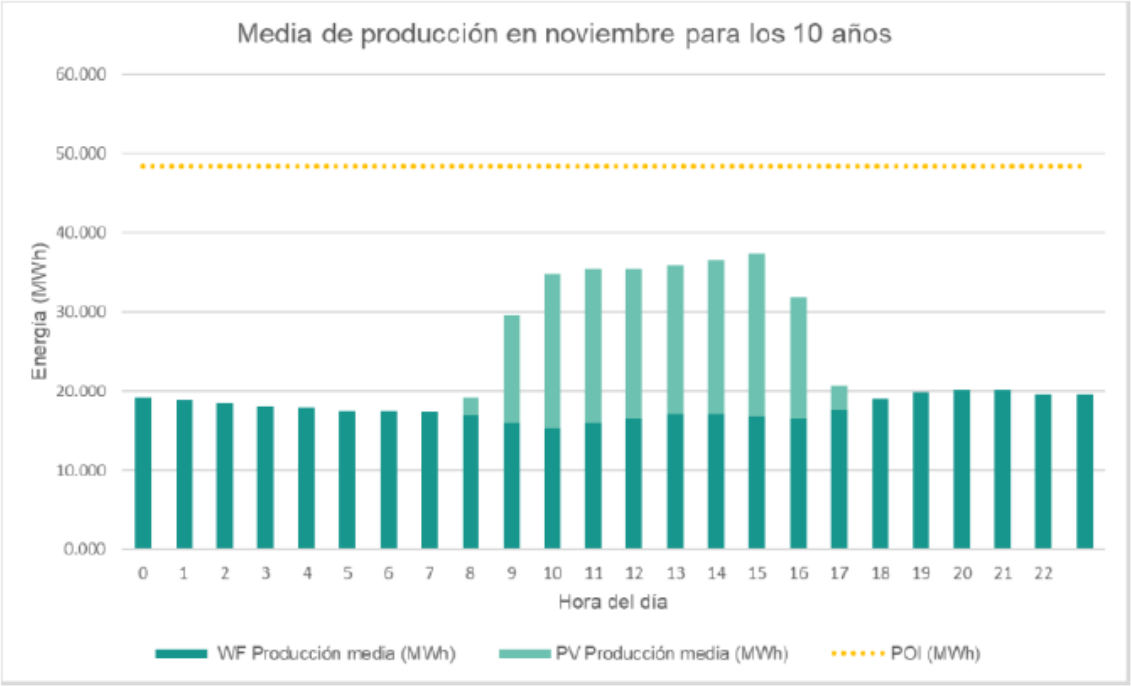



*Figura 20. Curva horaria media mensual de producción hibridada para noviembre (promedio 2015–2024).*
*La producción eólica vuelve a ser dominante y la solar disminuye considerablemente, sin alcanzarse el límite de evacuación en ningún momento del día.*

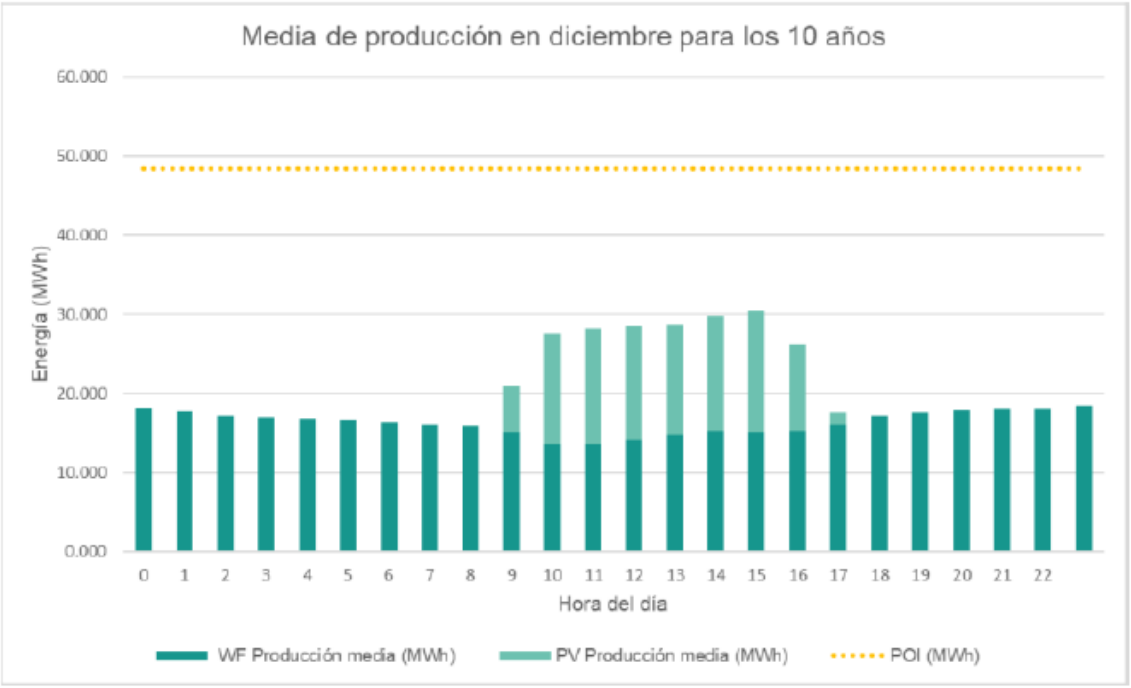



*Figura 21. Curva horaria media mensual de producción hibridada para diciembre (promedio 2015–2024).*
*Se mantiene un patrón típicamente invernal, con elevada producción eólica y escasa generación fotovoltaica. No se observan vertidos en el promedio mensual.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)

Firmado digitalmente por 11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
DN: cn=11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007), c=ES, o=ALCORNOQUE SOLAR SL, email=GAC@GRUPOIBEREOLICA.COM
Fecha: 2026.04.15 17:18:45 +02'00'

ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D

Firmado digitalmente por ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
DN: cn=ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D, c=ES
Fecha: 2026.04.15 16:39:47 +02'00'

**LA PROPIEDAD:**

**ALCORNOQUE SOLAR S.L.U.**

**Fdo.: D. Gregorio Álvarez Cabreros**

**Ingeniero Técnico Industrial**

**Nº de Colegiado:13.302**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBERDROLA

# DOCUMENTO Nº3

## PLANOS

# INDICE


PLANO Nº1: PHAL- 01. .....Situación del proyecto

PLANO Nº2: PHAL- 02.1.1. .....Implantación general (hoja1)

PLANO Nº3: PHAL- 02.1.2. .....Implantación línea de evacuación (hoja2)

PLANO Nº4: PHAL- 02.1.3. .....Implantación línea de evacuación (hoja3)

PLANO Nº5: PHAL- 02.2. .....Implantación planta fotovoltaica

PLANO Nº6: PHAL- 03.1. .....Perfil de aerogenerador N-175/7 MW

PLANO Nº7: PHAL- 03.2. .....Cimentación tipo aerogenerador N-175/7 MW

PLANO Nº8: PHAL- 03.3. .....Plataforma de montaje de aerogenerador N-175/7 MW

PLANO Nº9: PHAL- 03.4. .....Bloque de potencia tipo

PLANO Nº10: PHAL- 03.5 .....Estructura y módulo fotovoltaico

PLANO Nº11: PHAL- 04.1. .....Sistema colector de parque eólico. Diagrama de bloques MT

PLANO Nº12: PHAL- 04.2. .....Sistema colector de planta fotovoltaica. Diagrama de bloques MT

PLANO Nº13: PHAL- 04.3. .....Planta fotovoltaica. Diagrama de bloques tipo en BT

PLANO Nº14: PHAL- 05.1. .....Parque eólico. Recorrido de viales y zanjas

PLANO Nº15: PHAL- 05.2. .....Planta fotovoltaica. Recorrido de viales y zanjas

PLANO Nº15: PHAL- 05.3. .....Detalle de zanjas y cruzamientos

PLANO Nº15: PHAL- 05.4. .....Sección de tipos de viales

PLANO Nº15: PHAL- 06.1. .....Edificio eléctrico y de control. Sala eléctrica

PLANO Nº15: PHAL- 06.2. .....Edificio eléctrico y de control. Sala de control (oficina)

PLANO Nº15: PHAL- 06.3. .....Edificio eléctrico y de control. Sala mantenimiento/almacén/ residuos

PLANO Nº15: PHAL- 07. .....Centro de Seccionamiento a 30 kV. Esquema unifilar

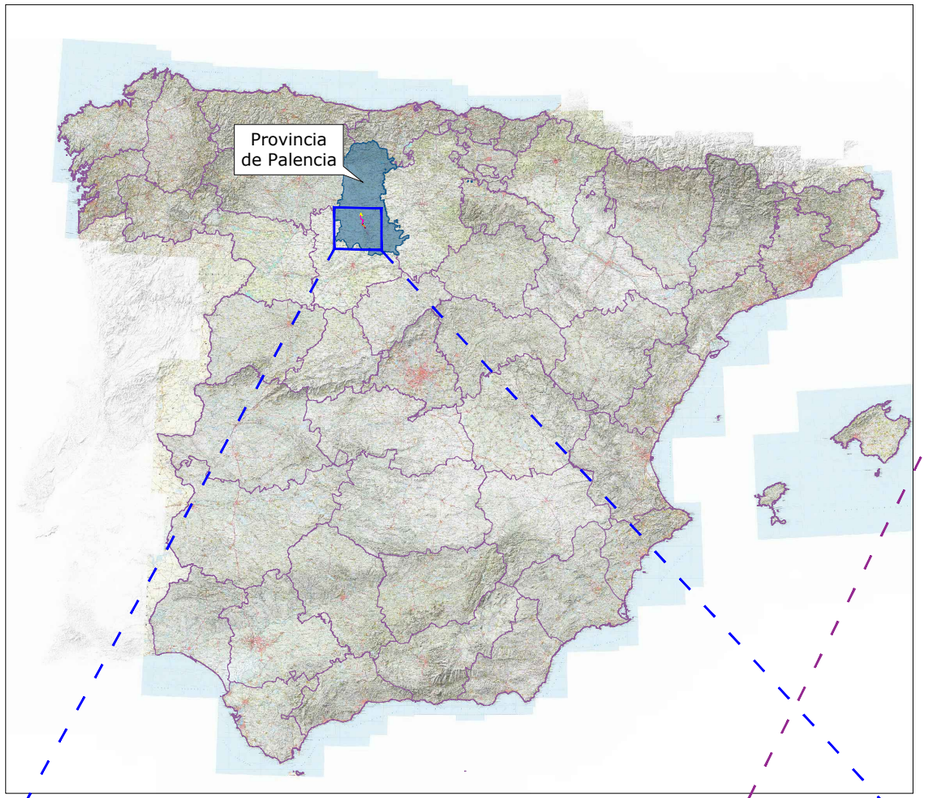


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

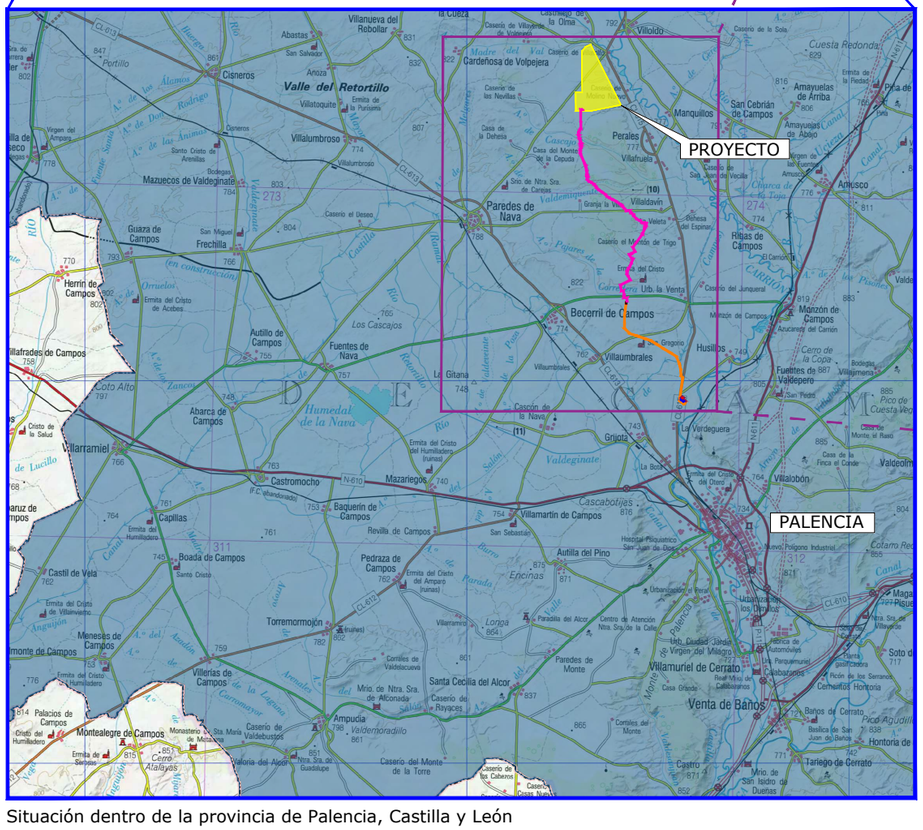
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9

GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

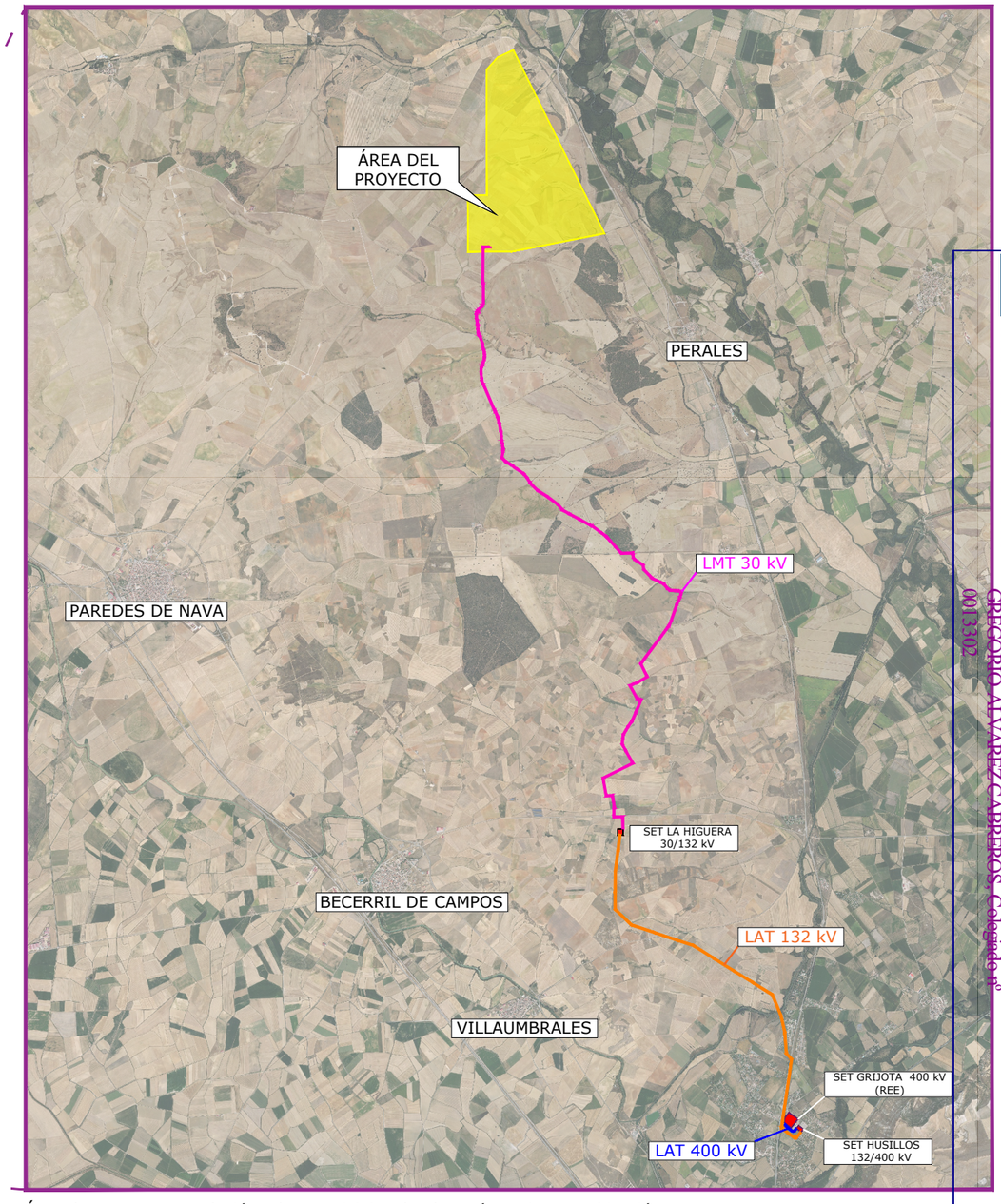
VISADO




Situación general en España




Situación dentro de la provincia de Palencia, Castilla y León




Área de proyecto en relación a los municipios donde está prevista su ubicación

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR, S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: SITUACIÓN DEL PROYECTO | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-01 | Escala: S/E | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 00 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

| COORDENADAS POLIGONAL PARQUE HÍBRIDO ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| Superficie total: 451,7 Ha | | |
| VÉRTICE | UTM-x | UTM-y |
| A | 365.694 | 4.674.834 |
| B | 366.019 | 4.674.834 |
| C | 366.019 | 4.676.986 |
| D | 366.213 | 4.677.201 |
| E | 366.477 | 4.677.317 |
| F | 368.034 | 4.674.177 |
| G | 366.435 | 4.673.866 |
| H | 365.694 | 4.673.866 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

| COORDENADAS AEROS PH ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| AEROGENERADOR | UTM-x | UTM-y |
| AL-01 | 366.328 | 4.677.152 |
| AL-02 | 366.518 | 4.676.725 |
| AL-03 | 366.856 | 4.676.038 |
| AL-04 | 366.945 | 4.675.610 |
| AL-05 | 367.213 | 4.675.173 |
| AL-06 | 367.568 | 4.674.595 |
| AL-07 | 367.803 | 4.674.212 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

| COORDENADAS TORRE METEOROLÓGICA | | |
|---|---|---|
| T. METEOROLÓGICA | UTM-x | UTM-y |
| TM | 367.111 | 4.674.821 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

| COORDENADA CG POLIGONAL PH ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| Punto | UTM-x | UTM-y |
| CG | 366.666 | 4.675.205 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

| LEYENDA | |
|---|---|
| | Poligonal del Proyecto |
| | Viales interiores del Parque Eólico (proyectados) |
| | Viales interiores de la Planta Fotovoltaica (proyectados) |
| | Aerogenerador N-175 - 7 MW (proyectado) |
| | Plataforma de montaje (proyectada) |
| | Campo Solar |
| TM | Torre meteorológica |
| | Edificio del Proyecto (Control+Eléctrico+Almacén) |
| | Línea de Media Tensión 30 kV (proyectada) |
| | Carretera provincial |
| | Carretera autonómica |
| | Límite término municipal |

AL-01 AL-02 AL-03 AL-04 AL-05 AL-06 AL-07

ACCESO PRINCIPAL

ACCESO SECUNDARIO

PLANTA FOTOVOLTAICA

EDIFICIO DEL PROYECTO

CARRETERA P-981

CARRETERA CL-615

LMT 30 kV

PAREDES DE NAVA

PERALES

Cío. de Villaverde de Volpejera · Cío. de Villa · Cío. de Molino Nuevo · Corrales de Valdelobet · Casa del Monte de la Cepuda · Monteperales · Bodegas · Granja La M

Valle Lagar · Recorto · Zarzosas · La Plana · La Lera · Zarzuguardo · Fuente Herrera · El Val · El Páramo · Alto Redondo · La Cruz · Fuente Miguel · Fuente Alba · El Soto · La Gargantilla · La Maudes · Los Redondelos · Montecillo · Monte de Perales · Aulagar · Valdelasancha · Las Dehesillas · Valmayor · Fuenteyeros · El Paramillo · Las Llanas · Casero de Cascajo · Valderricote · Encinillas · La Mulatera · Tardeniña · Valcardené · El Pozuelo · Valdemayora · El Llano · La Fradagua · Fuente Quico · Campo de Tiro · La Rodada · Dehesa de V · El Chozo · Las Casas · Huertacarneros · Palos · Villada · Cno. de Villada · Cno. de Bodegas · Arroyo Derecha · Arroyo Oriental · Arroyo Cascajo · Arroyo Pozuelo · Arroyo Aguilera · Arroyo Fuente Quico · Arroyo Las Dehesillas · Arroyo Huertacarneros · Arroyo Fuente Alba · Arroyo Fuente Miguel · Arroyo Las Llanas · Arroyo Valdemayora · Arroyo Valderricote · Arroyo Encinillas · Arroyo Las Casas · Arroyo Cno. de Villada · Arroyo Cno. de Bodegas · Arroyo Cno. de Molino Nuevo · Arroyo Cno. de Villa · Arroyo Cno. de Villaverde de Volpejera · Arroyo Cno. de Villa

CAMPOS

K.4 K.5 K.6 K.7 K.8 K.9 K.10 K.11 K.19 K.20 K.21 K.22 K.25

794 803 785 849 815 856 814 779 778 871 859 818 831 827 833 864 861 882 828 824 822 809 782 805 863 851 857 823 846 817 819

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
A95B9
Documento registrado con el número: 260349/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento en: FV13170434
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO: HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN: PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: IMPLANTACIÓN GENERAL Hoja 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-02.1.1 | Escala: 1/25.000 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 02 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

| LEYENDA | |
|---|---|
| - - - | LMT 30 kV enterrada (proyectada) |
| ——— | Carretera provincial |
| ——— | Carretera autonómica |
| ——— | Límite término municipal |

Dehesa de Villafruela
El Chozo
Cepuda
Camino
Las Junqueras
El Pocillo
Arroyo
Tra. Sra. de Carejas
Carejas
Perales
La Quemada
Fte. de Zorita
Fuente de Carreperales
Granja la Villa
Valmayor
Valdemiquente
Valle de Zorita
Colmenar
de las Nieves
Villafruela
Molinos
Refugio de
Fte. del Rasillo
Fuente Relista
El Prado
Carretera
Canal
Valdecompadre
Las Quemadas
Villaldavín
Paredes
El Carrascal
Toja Solapa
Zulema
La Reyerta
Arroyo
Ao de las Viñas
Olmos
798
La Veleta
El Páramo
Monte Becerril
Caserio del Monte
Fraimurieles
Santa Coloma
Hontanón de la Susana
Ánimas
El Modorro
Las Mataz
Fte. Marimínguez
LMT 30 kV
Caserío el Montón de trigo
Enmedio
Fuente de Mocolón
Caserío de las Chas
Derecha
Valdehierro
Escombrera
Valliluengo
Las Raposeras
Arroyo
Valdenaza
Fuente de Santecildo
El Val
Los Chozos
Los Ciruelos
Granja Carolina
Fte. de Valdelacarza
Ermita del Cristo
Fte. de la Hacha
Mata Diablos
Corredera
Majuelos
El Hoyuelo
CARRETERA CL-613
CARRETERA P-980
K. 1
K. 2
K. 3
K. 4
K. 5
K. 6
K. 7
K. 8
K. 12
K. 13
K. 14
K. 15
K. 16
K. 17

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 7/04/2026. Puede validar el documento FV1-1170434 en: https://sede.electronica.madrid.org/cvd con CSV: A95B9 0013302 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO: HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN: PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: IMPLANTACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN Hoja 2 | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-02.1.2 | Escala: 1/25.000 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 2 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

| LEYENDA | |
|---|---|
| | LMT 30 kV aérea doble circuito (proyectada) |
| | LAT 132 kV aérea simple circuito (existente) |
| | LAT 132 kV aérea doble circuito (existente) |
| | LAT 132 kV enterrada doble circuito (existente) |
| | LAT 400 enterrada (existente) |
| | Carretera provincial |
| | Carretera autonómica |
| | Límite Término Municipal |
| | Subestaciones de Alta Tensión Husillos y Grijota (existentes) |
| | SET 30/132 kV La Higuera (existente) |

SET LA HIGUERA 30/132 kV

SET GRIJOTA 400 kV (REE)

SET HUSILLOS 132/400 kV

VILLAUMBRALES

LMT 30 kV D/C

LAAT 132 kV S/C

LAAT 132 kV D/C

LSAT 132 kV D/C

LSAT 400 kV

Ermita del Cristo

Mata Diablos

Corredera

Majuelos

La Gloria

Urb. la Venta

El Pozanco

Vereda

Las Higueras

Colada

La Muela

Escombrera

Castorreno

Las Arenillas

El Mollete

Los Cidones

Manantial de Valdesoña

Arroyo

Urb. El Altillo

Urb. El Barberillo

Las Palongas

Campos

El Peral

Fuente Buena

Ermita de San Gregorio

La Reyerta

Canal

Urb. El Paramillo

La Piedra

Carremolino

El Melgarejo

Urb. Casablanca

Husillos

Valdepelayo

Molino de la Regalada

La Regalada

Urb. Luz y Sol

El Soto

Lámpara

Urb. El Hito

Urb. Tres Aguas

Urb. Los Machones

Urb. Cañada Real

Urb. el Tarragoso

La Escoria

El Igidro

Balsa del Serrón

Urb. la Malada

Urb. Jardín de la Pinilla

Urb. El Sobradillo

La Navilla

Cerámica

Bodegas de

Frailes

Arroyo

Corbejones

CARRETERA P-953

CARRETERA P-991

CARRETERA CL-615

45 kV

132 kV

400 kV

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

| | |
|---|---|
| PROYECTADO | IBERECÓLICA RENOVABLES ,S.L. Tlf: 915570566 Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522 28028 MADRID info@grupoibereolica.com |
| PROPIEDAD | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U. Tlf: 915570566 Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522 28028 MADRID info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero: | GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |
| La Propiedad: | GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO: HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN: PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: IMPLANTACIÓN LÍNEA DE EVACUACIÓN Hoja 3 | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-02.1.3 | Escala: 1/25.000 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV131704334 en el 95B9 0013302 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº
VISADO

| Planta Fotovoltaica | |
|---|---|
| Módulos Fotovoltaicos de 725 W (Uds | 75.600 |
| Seguidores (Uds.) | 700 |
| Inversores de String de 350 kW (Uds.) | 140 |
| Potencia Instalada (MWp) | 54,81 |
| Potencia Nominal (MWac) | 49,80 |

| COORDENADAS PLANTA FOTOVOLTAICA PH ALCORNOQUE | | |
|---|---|---|
| Superficie total: 73,03 Ha | | |
| VÉRTICE | UTM-x | UTM-y |
| 1' | 365.695 | 4.674.831 |
| 2' | 366.455 | 4.674.831 |
| 3' | 366.455 | 4.673.871 |
| 4' | 365.695 | 4.673.871 |
| COORDENADAS UTM - DATUM ETRS89 - HUSO 30N | | |

| LEYENDA | |
|---|---|
| | Poligonal Planta Fotovoltaica |
| | Viales interiores del Parque Eólico (proyectados) |
| | Viales interiores de la Planta Fotovoltaica (proyectados) |
| | Vallado Perimetral |
| | Campo Solar |
| | Inversor de String |
| | Centro de Transformación de Planta Fotovoltaica 0,8/30 kV |
| | Edificio Électrico y de Control (Sala Eléctrica) |
| | Edificio Électrico y de Control (Almacén) |
| | Edificio Électrico y de Control (Sala de Control) |
| | LMT 30 kV Subterránea (proyectada) |
| | Carretera Provincial |

CARRETERA P-961

K.8

Acceso Principal Planta Fotovoltaica

825

1'

2'

3'

4'

Puerta de Acceso

Área Instalaciones Temporales de Obra

CT-1 CT-2 CT-3 CT-4 CT-5 CT-6 CT-7

Fuente Miguel

Los Corrinillos

Elobete

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

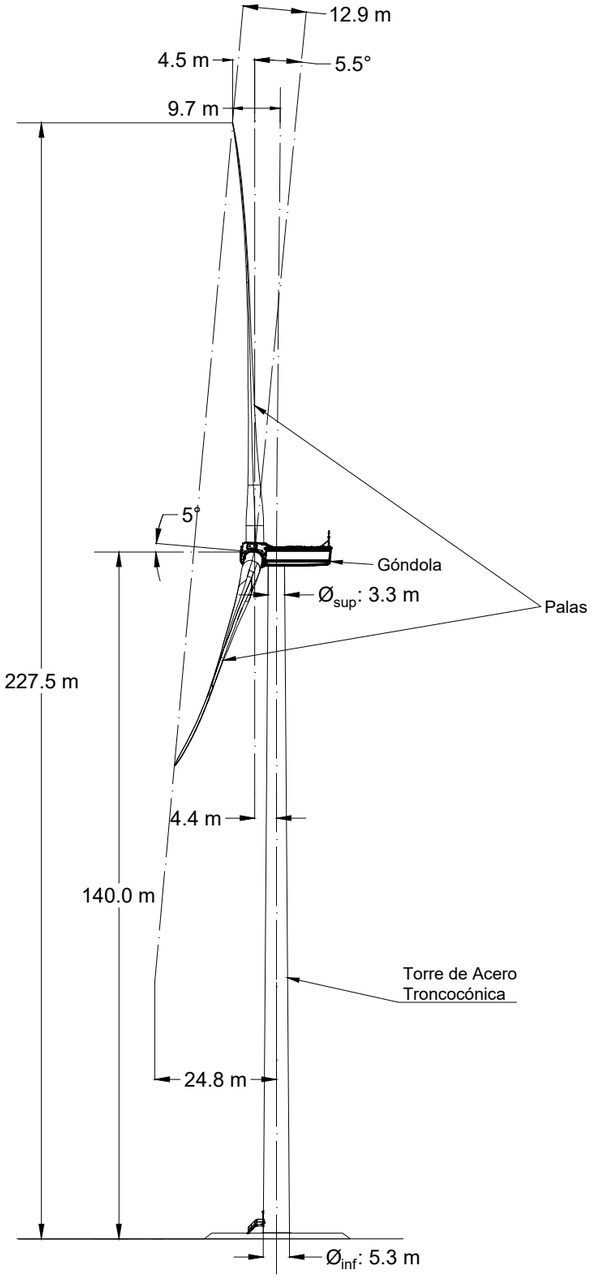
PROYECTO: HÍBRIDO ALCORNOQUE

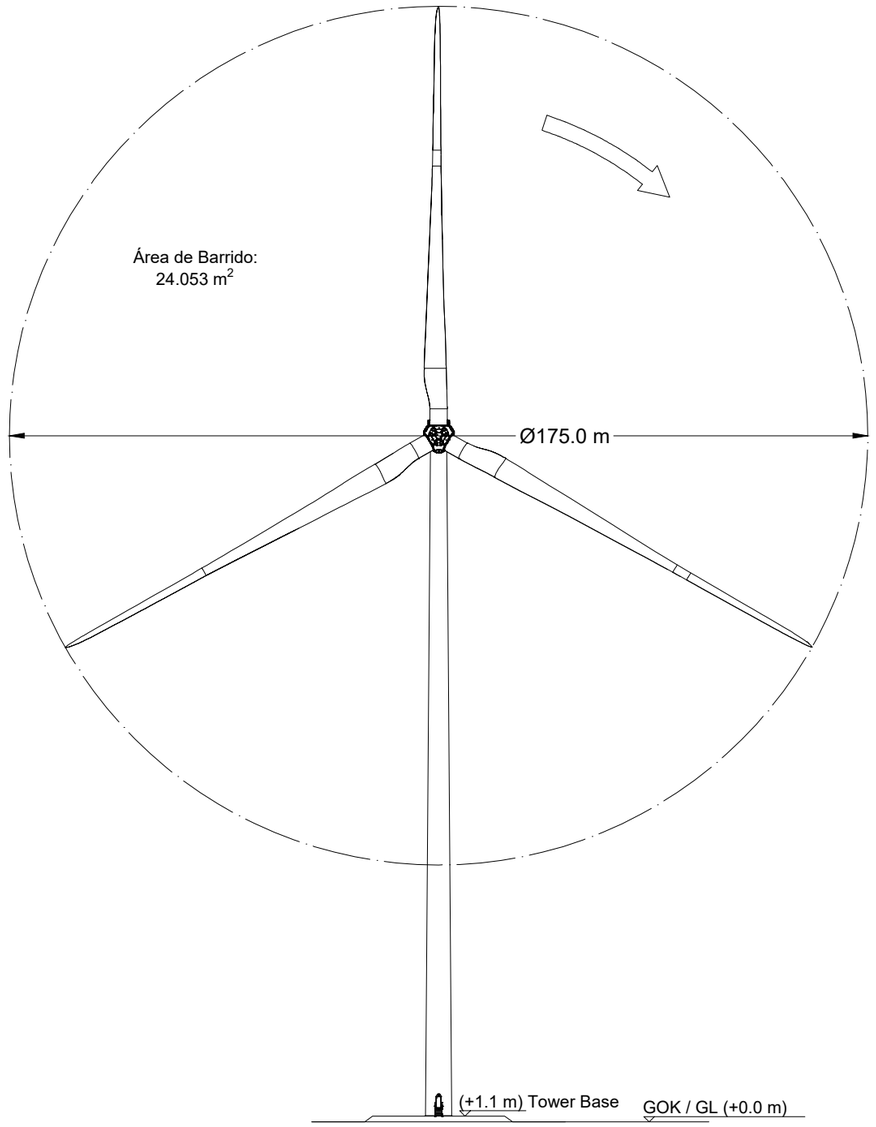
SITUACIÓN: PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

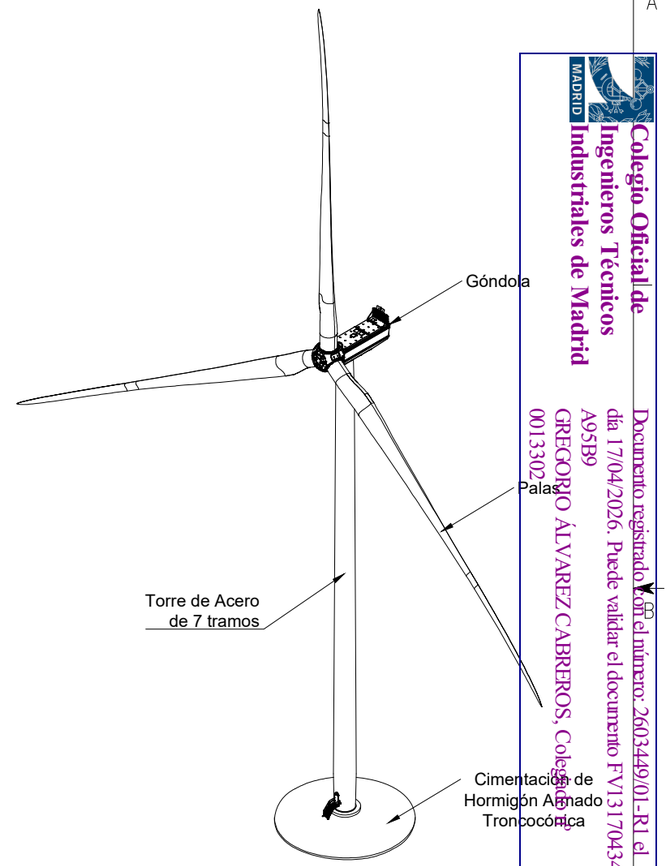
| Dirigido: | PLANO DE: | | | |
|---|---|---|---|---|
| GREGORIO ÁLVAREZ | IMPLANTACIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-02.2 | Escala: 1/5.000 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 00 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434- A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado 0013302
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

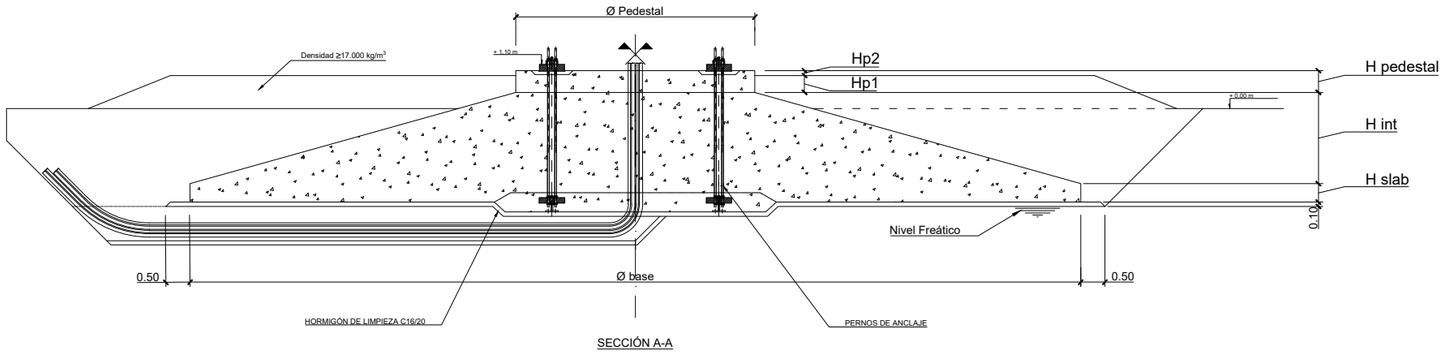
| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE

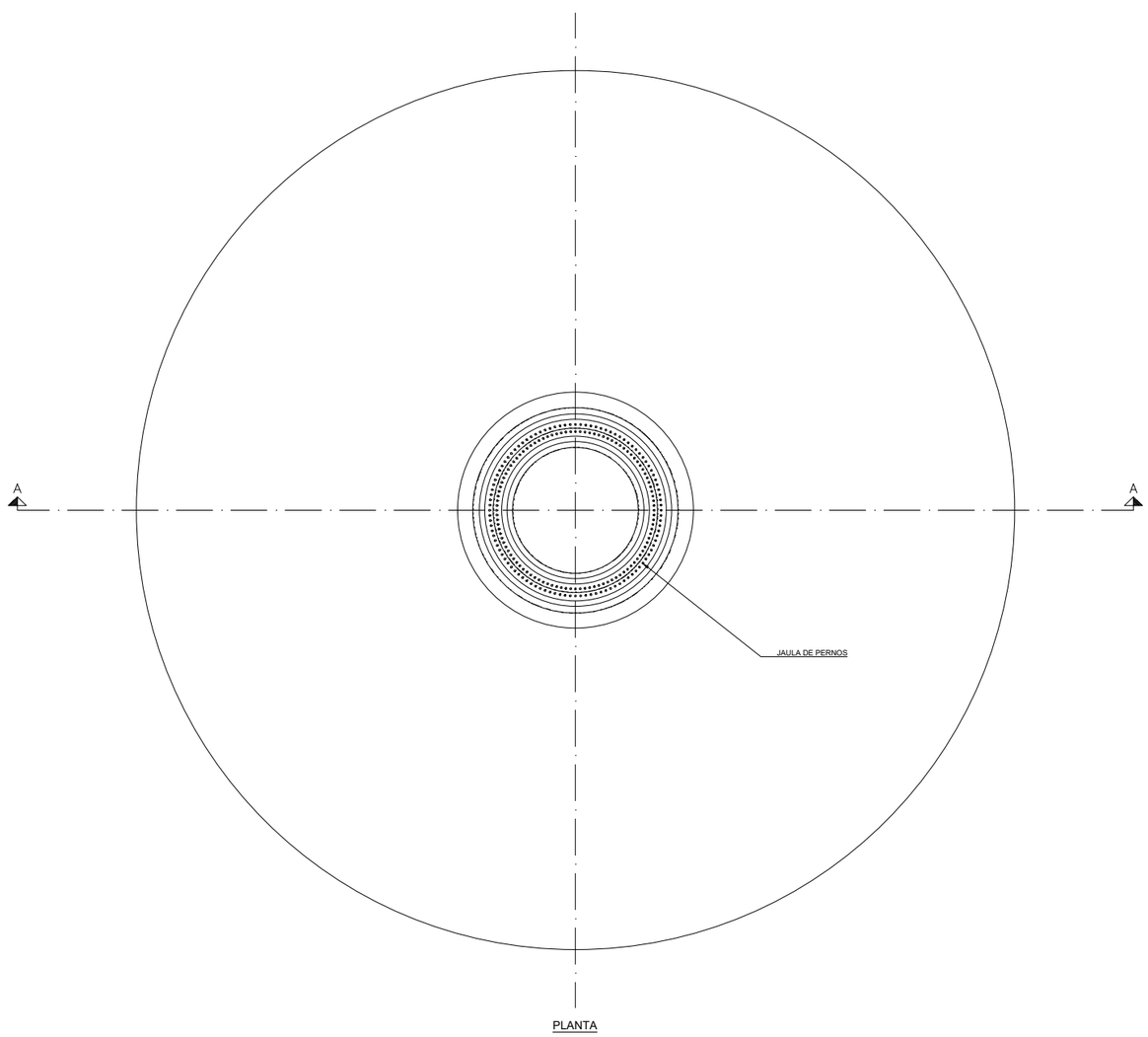
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: PERFIL DE AEROGENERADOR N-175 7 MW | | | |
| Calculado: JOSÉ MANUEL HORCAJO | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-03.1 | Escala: S/E | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)




SECCIÓN A-A




PLANTA

| DIMENSIONES DE LA CIMENTACIÓN (m) | | | |
|---|---|---|---|
| Dimensiones Horizontales | Ø pedestal | 7,50 | |
| | Ø base | 25,70 | |
| | W pedestal | - | |
| Dimensiones Verticales | H slab | 0,50 | |
| | H int. | 2,15 | |
| | H pedestal | 0,60 | |
| | Hp1 | 0,50 | |
| | Hp2 | 0,10 | |

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

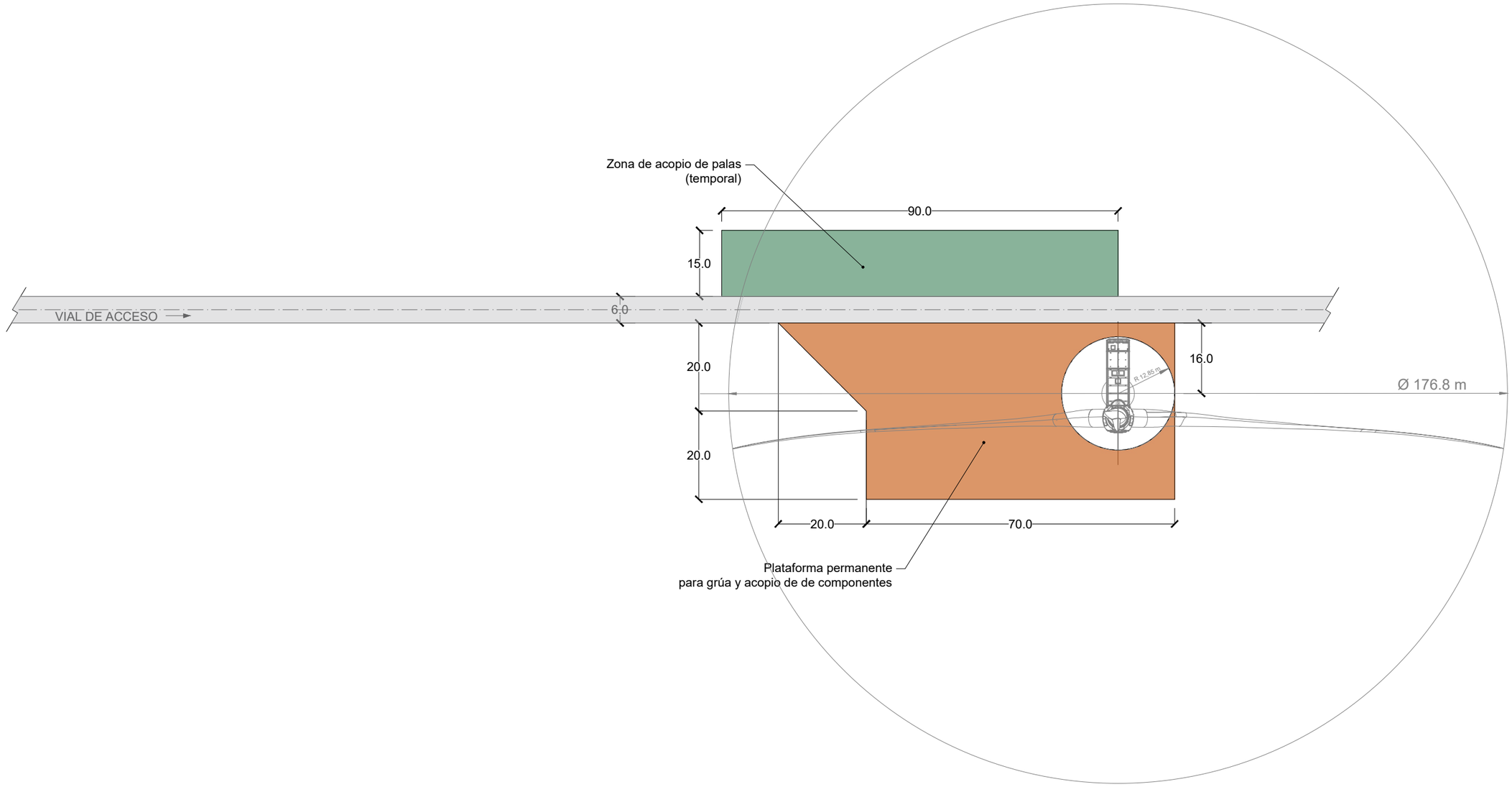
| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| Dirigido: | PLANO DE: | | | |
|---|---|---|---|---|
| GREGORIO ÁLVAREZ | CIMENTACIÓN TIPO AEROGENERADOR N-175-7 MW | | | |
| Calculado: JOSÉ MANUEL HORCAJO | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-03.2 | Escala: S/E | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 01 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 26034490/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

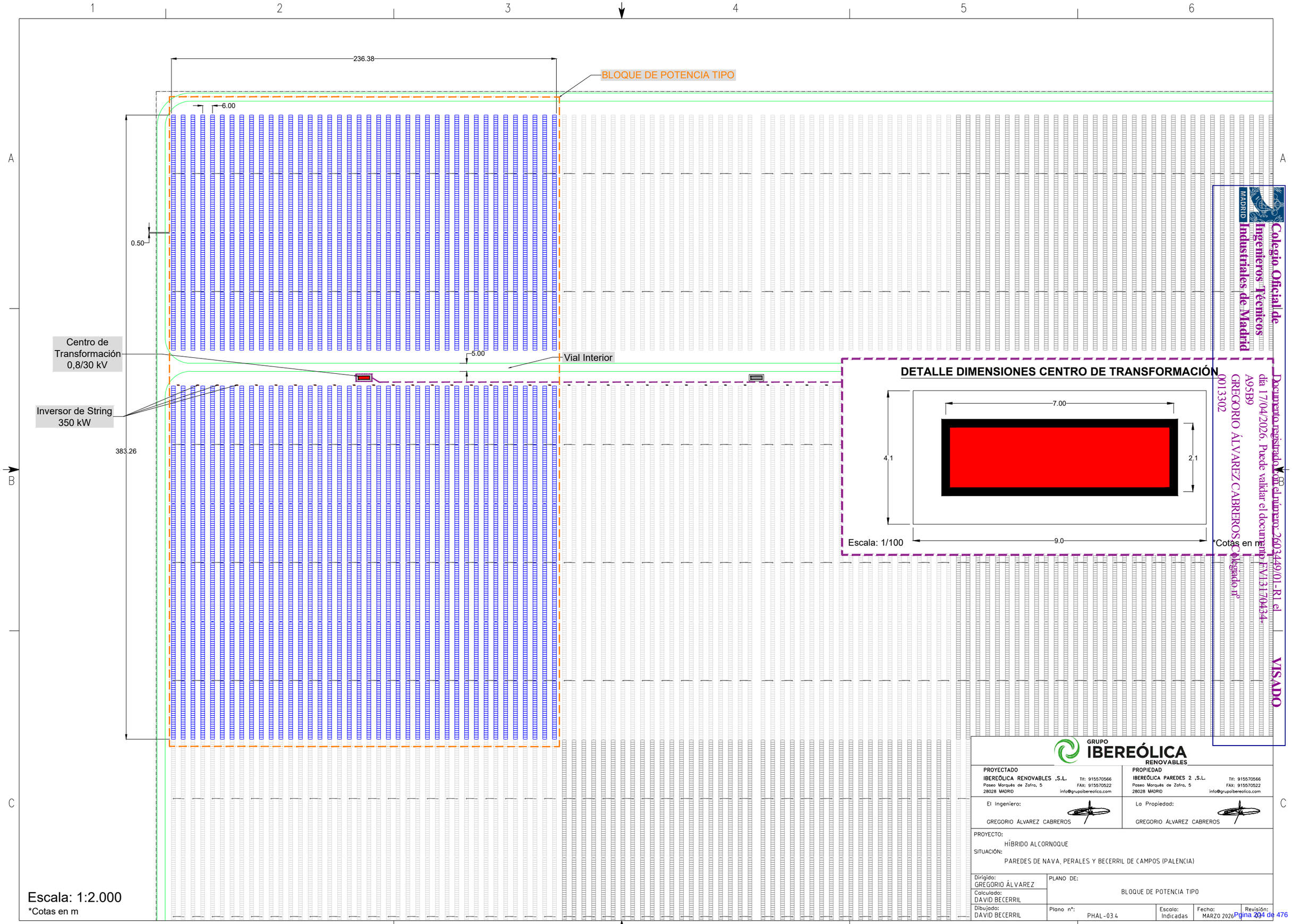
GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: PLATAFORMA DE MONTAJE DE AEROGENERADORES N-175 7 MW | | | |
| Calculado: JOSÉ MANUEL HORCAJO | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-03.3 | Escala: 1/1000 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 03 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)




## DETALLE DIMENSIONES CENTRO DE TRANSFORMACIÓN




Escala: 1/100 *Cotas en m

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número 260244/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434 A95B9 en el apartado "Colegiado nº" GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS 0013302

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | IBEREÓLICA PAREDES 2 ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

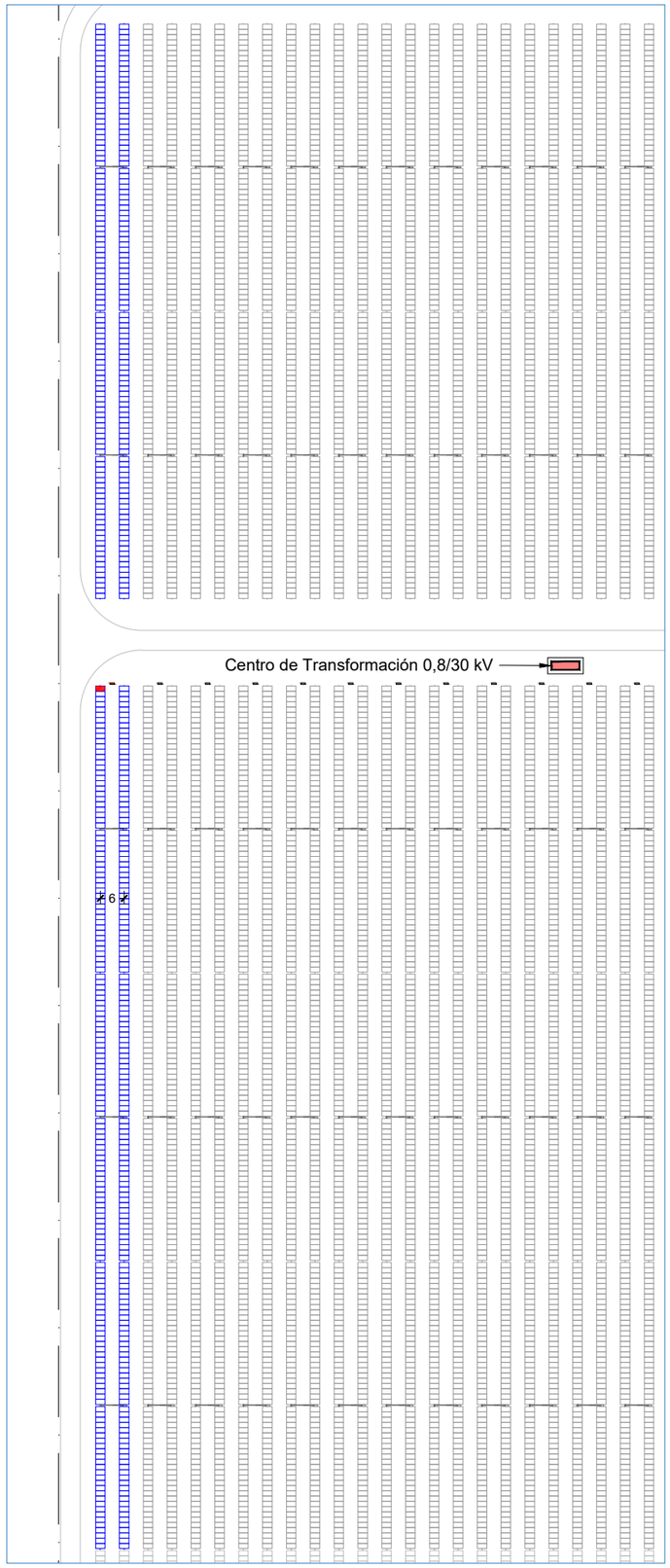
PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: BLOQUE DE POTENCIA TIPO | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-03.4 | Escala: Indicadas | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 03 |

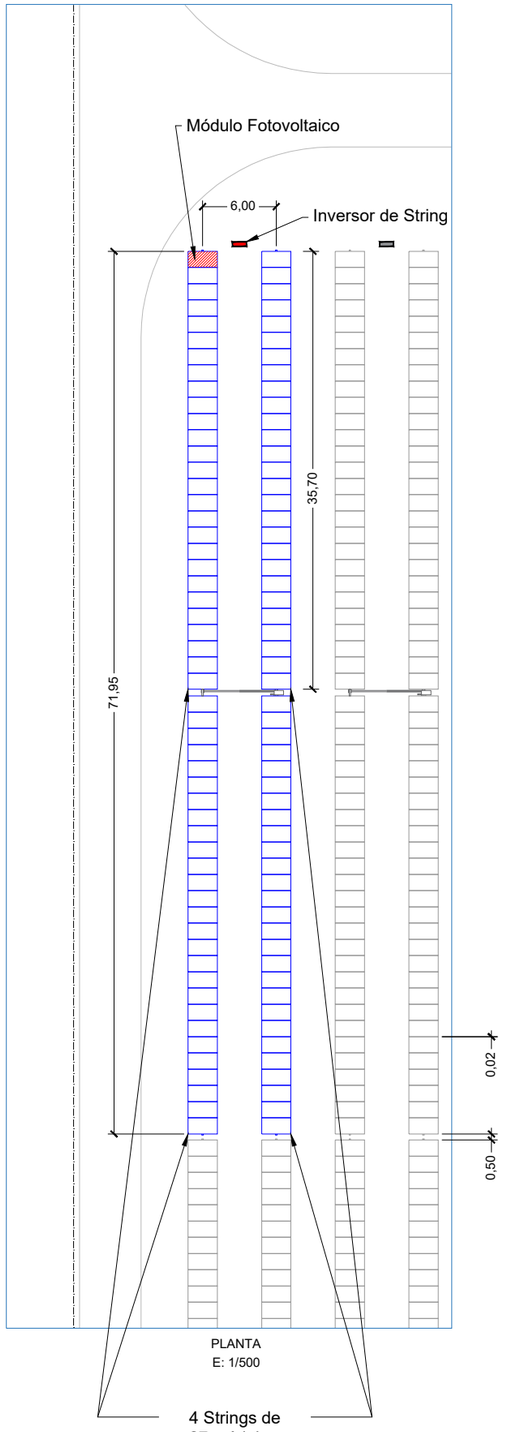
FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

CONFIGURACIÓN BLOQUE DE INVERSOR




PLANTA
E: 1/1.500

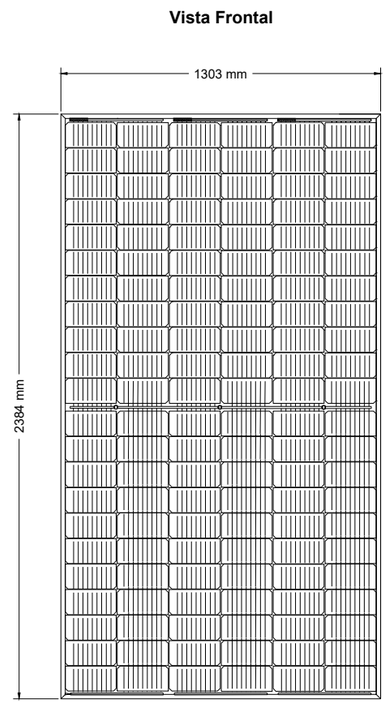
CONFIGURACIÓN DE UN SEGUIDOR A UN EJE

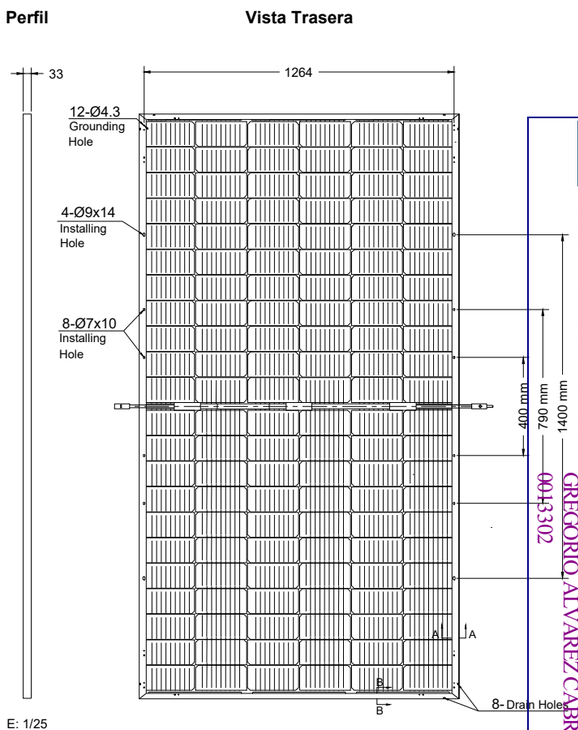



PLANTA
E: 1/500

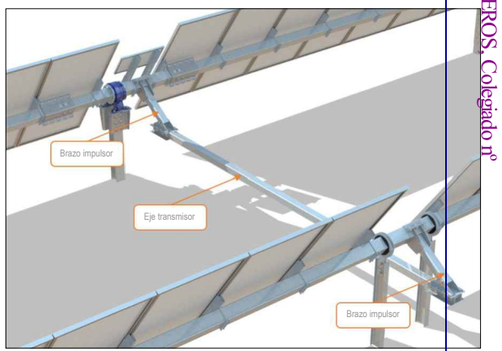
4 Strings de
27 módulos

MÓDULO FOTOVOLTAICO

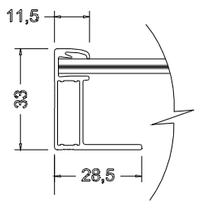


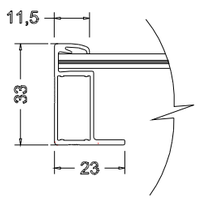

E: 1/25




Sección Transversal del Bastidor A-A




Sección Transversal del Bastidor B-B




E: 1/2

Modelo: TRINA SOLAR
Vertex N TSM-NEG21C.20 725W

(*) Cotas en milímetros.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434- A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 0013302
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L. | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U. |
| Paseo Marqués de Zafra, 5 | Paseo Marqués de Zafra, 5 |
| 28028 MADRID | 28028 MADRID |
| Tlf: 915570566 | Tlf: 915570566 |
| FAX: 915570522 | FAX: 915570522 |
| info@grupoibereolica.com | info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO: HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN: PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| Dirigido: | PLANO DE: | | | |
|---|---|---|---|---|
| GREGORIO ÁLVAREZ | ESTRUCTURA Y MÓDULO FOTOVOLTAICO | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-035 | Escala: INDICADAS | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 02 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

AL-01

AL-02

AL-03

AL-04

AL-05

TM

AL-06

AL-07

DIAGRAMA DE BLOQUES RED DE MEDIA TENSIÓN

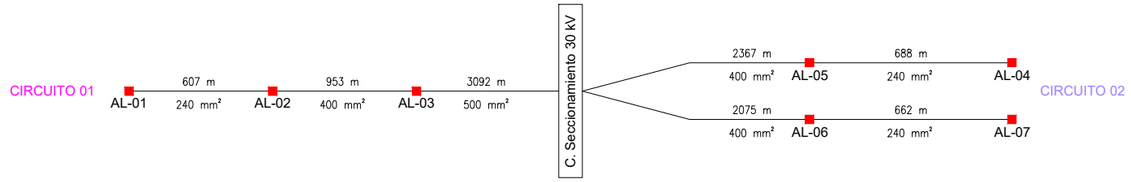
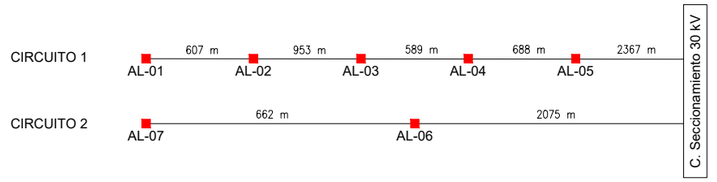



DIAGRAMA DE BLOQUES RED DE FIBRA ÓPTICA




| LEYENDA | |
|---|---|
| | Aerogenerador N-175 |
| | Sala Eléctrica (Centro de Seccionamiento) |
| | Circuito Colector nº1 Parque Eólico |
| | Circuito Colector nº2 Parque Eólico |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133302
Documento registrado con el número 260349/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV131704344
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

PROYECTADO
IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.
Paseo Marqués de Zafra, 5
28028 MADRID
Tlf: 915570566
FAX: 915570522
info@grupoibereolica.com

PROPIEDAD
ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.
Paseo Marqués de Zafra, 5
28028 MADRID
Tlf: 915570566
FAX: 915570522
info@grupoibereolica.com

El Ingeniero: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS

La Propiedad: GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS

PROYECTO: HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN: PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: SISTEMA COLECTOR DEL PARQUE EÓLICO DIAGRAMA DE BLOQUES MT | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-04.1 | Escala: S/E | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 04 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

DIAGRAMA DE BLOQUES RED DE MEDIA TENSIÓN

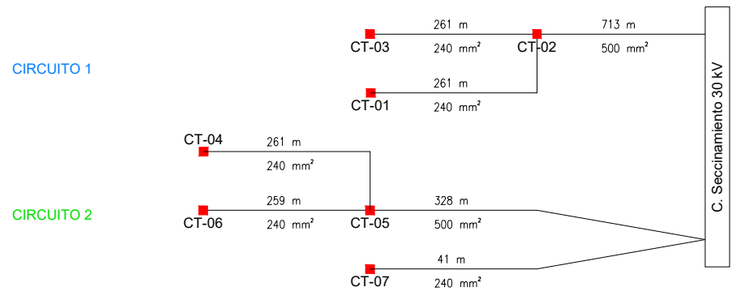
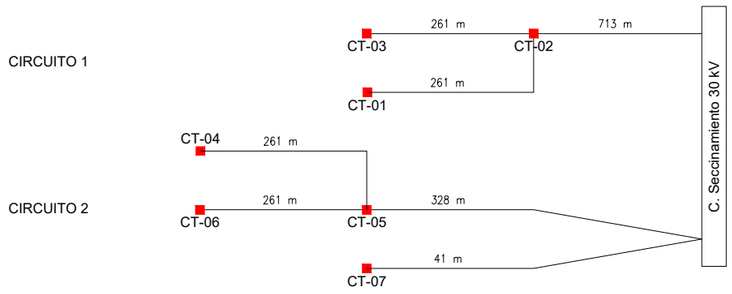
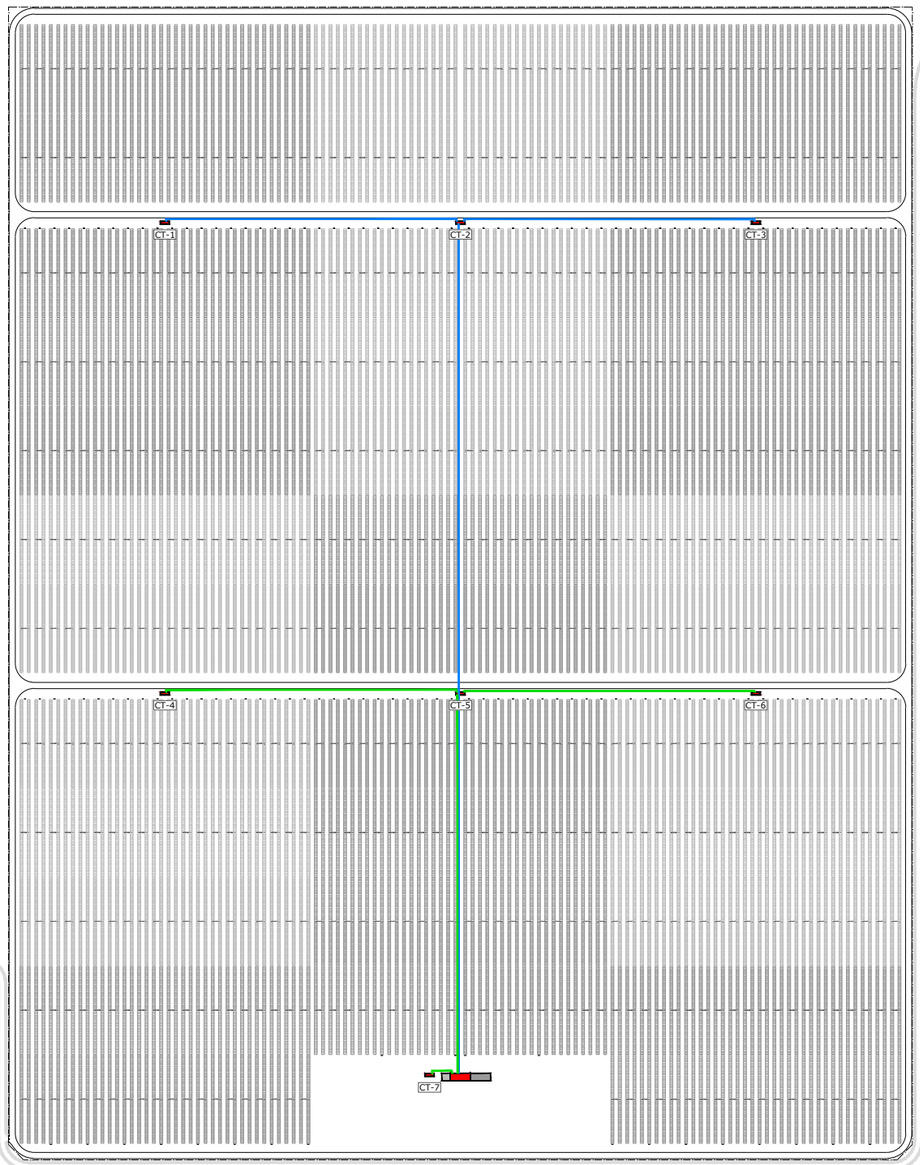



DIAGRAMA DE BLOQUES RED DE FIBRA ÓPTICA




| LEYENDA | |
|---|---|
| | Centros de Transformación Fotovoltaicos |
| | Sala Eléctrica (Centro de Seccionamiento) |
| | Circuito Colector nº1 Planta Fotovoltaica |
| | Circuito Colector nº2 Planta Fotovoltaica |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV131704344- A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

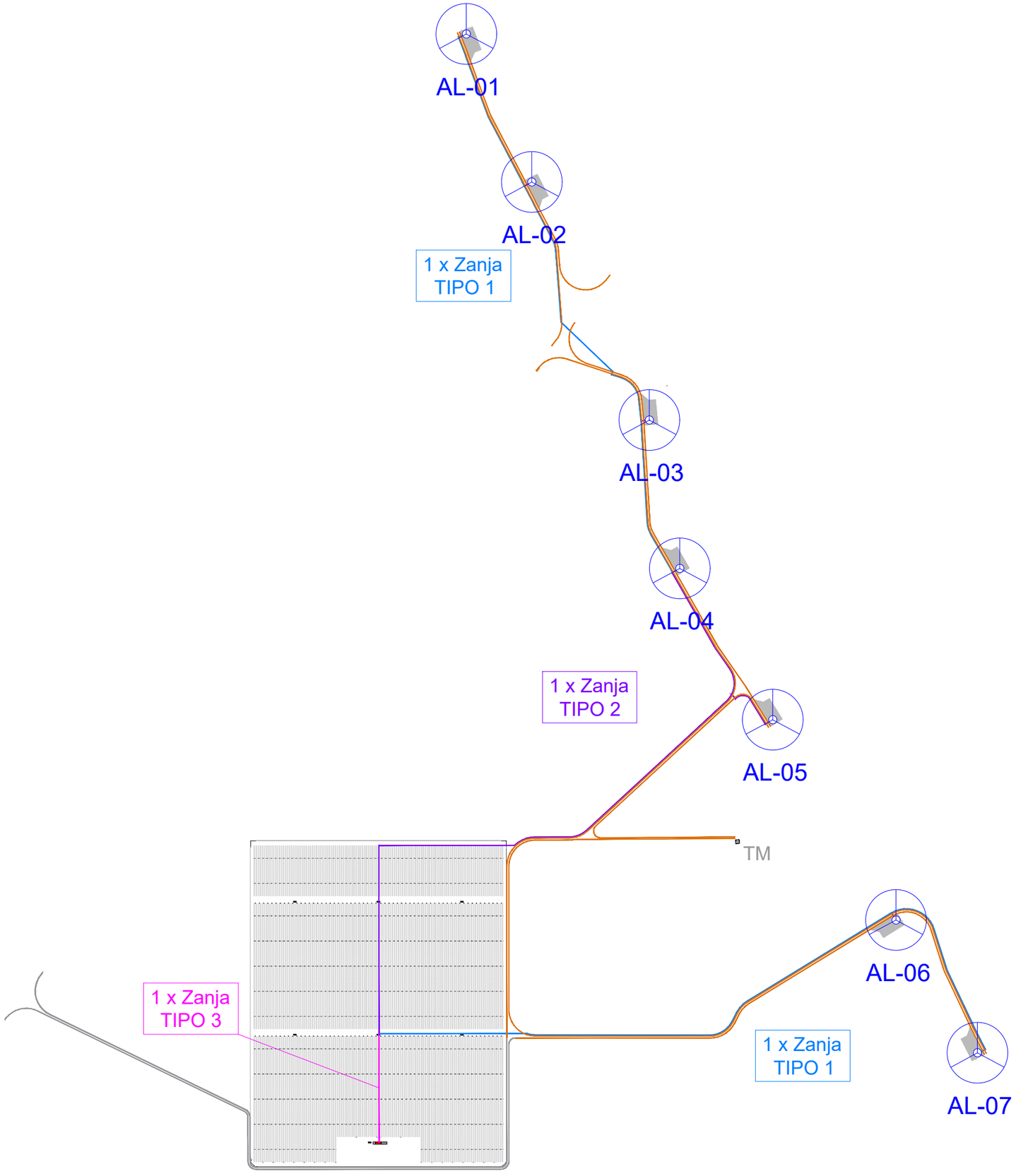
GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: SISTEMA COLECTOR DE PLANTA FOTOVOLTAICA DIAGRAMA DE BLOQUES MT | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-04.2 | Escala: S/E | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 03 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)




NOTAS:

1. Ver detalle de tipo de zanjas en Plano PHAL-05.3
2. Ver sección tipo de viales en Plano PHAL-05.4

| LEYENDA | |
|---|---|
| | Zanja Tipo 1 (1 terna) |
| | Zanja Tipo 2 (2 ternas) |
| | Zanja Tipo 3 (3 ternas) |
| | Viales interiores del Parque Eólico |
| | Sala Eléctrica (C. Seccionamiento) |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV131704344-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

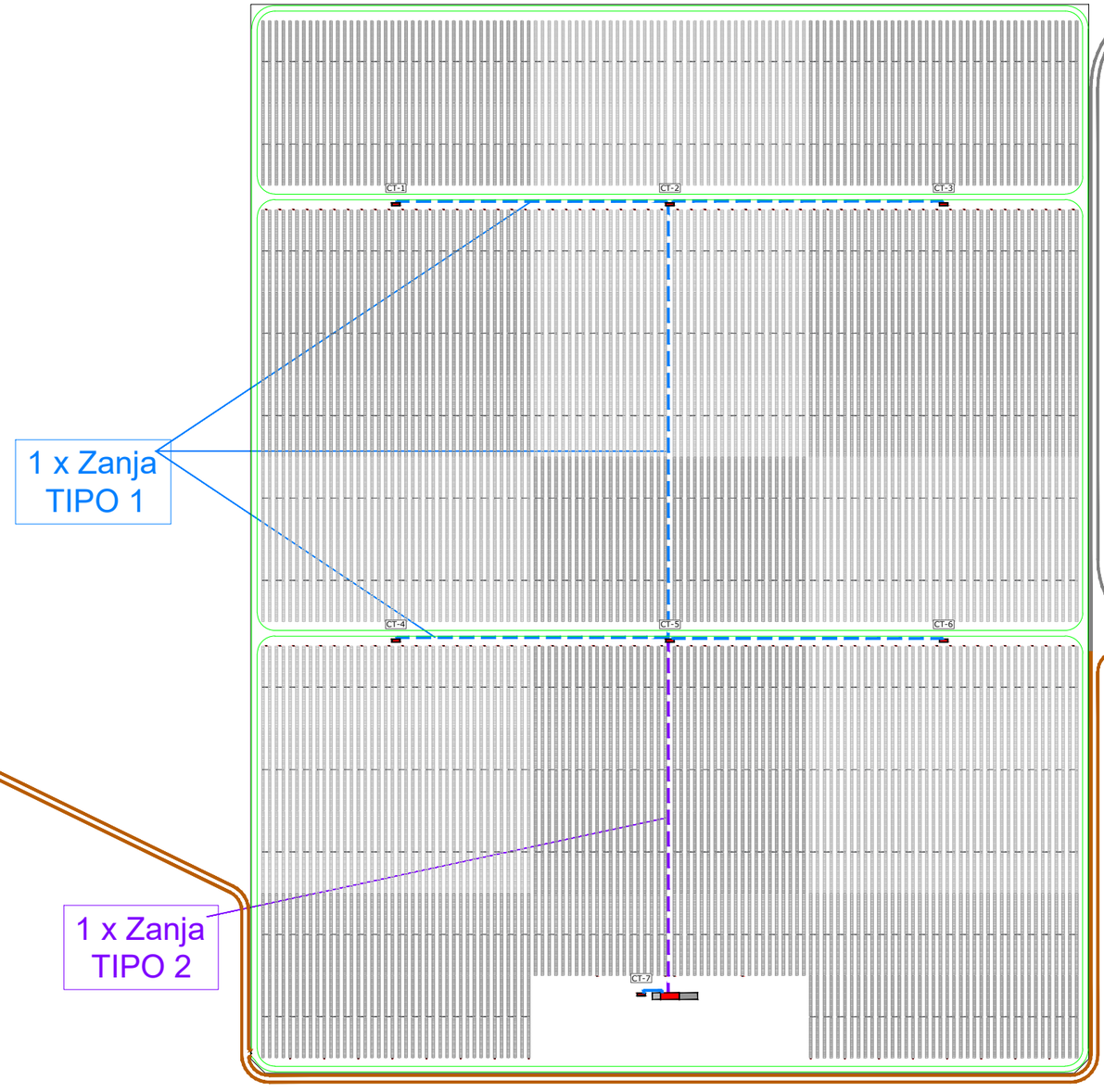
GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: PARQUE EÓLICO RECORRIDO DE VIALES Y ZANJAS | | | |
| Calculado: DAVID BECERRIL | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-05.1 | Escala: 1/12.500 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 03 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)




NOTAS:

1. Ver detalle de tipo de zanjas en Plano PHAL-05.3
2. Ver sección tipo de viales en Plano PHAL-05.4

| LEYENDA | |
|---|---|
| | Zanja Tipo 1 (1 terna) |
| | Zanja Tipo 2 (2 ternas) |
| | Viales interiores de la Planta Fotovoltaica (proyectados) |
| | Sala Eléctrica (C. Seccionamiento) |
| | Centro de Transformación |
| | Vial de Acceso de la Planta Fotovoltaica |

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

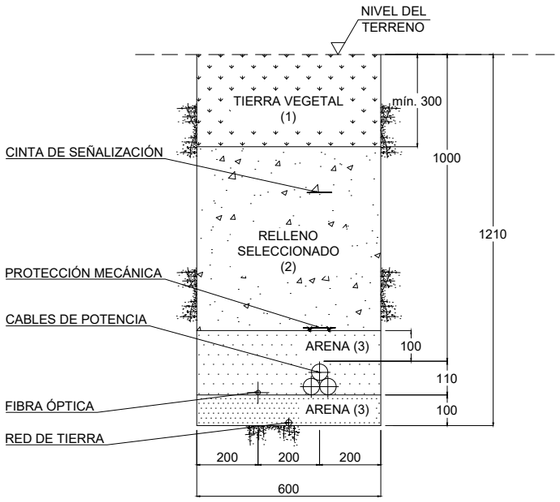
| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

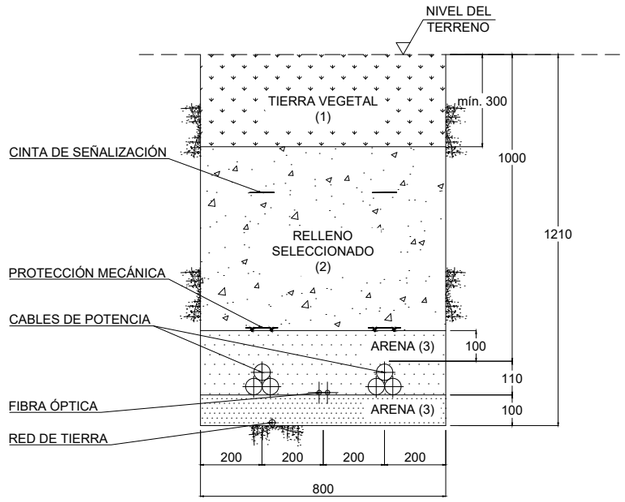
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ<br>Calculado: DAVID BECERRIL | PLANO DE: PLANTA FOTOVOLTAICA<br>RECORRIDO DE VIALES Y ZANJAS | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-05.2 | Escala: 1/5.000 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 04 |

FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

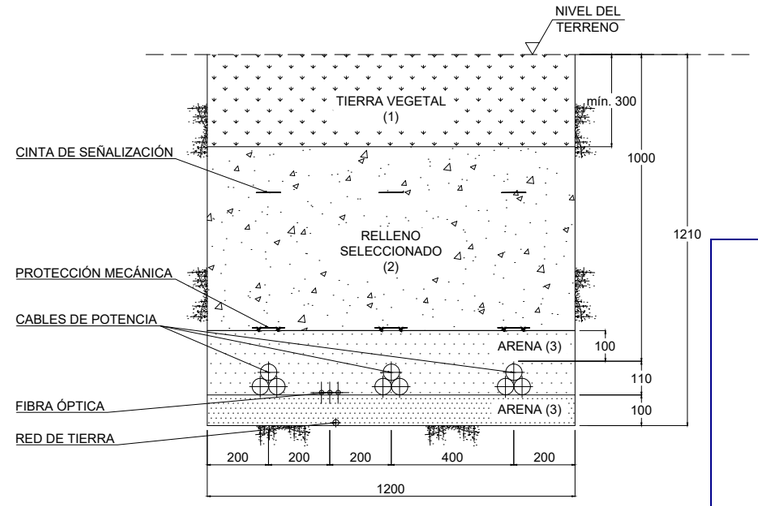
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO



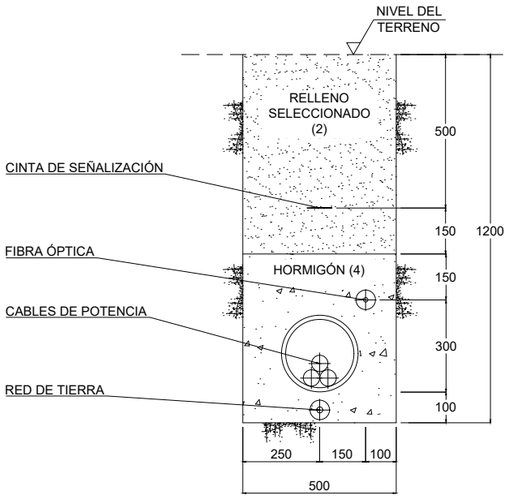

ZANJA TIPO 1



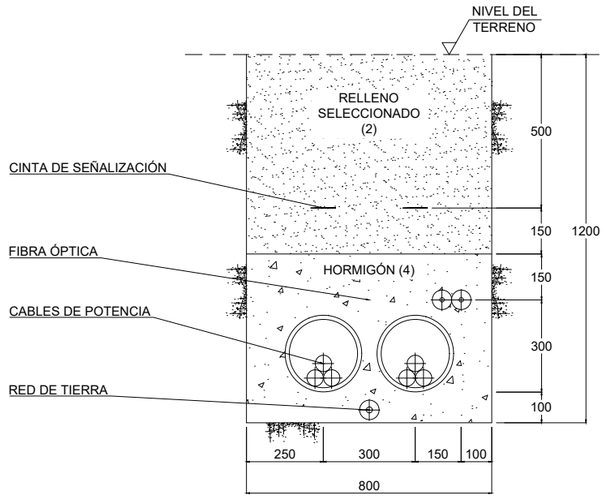

ZANJA TIPO 2



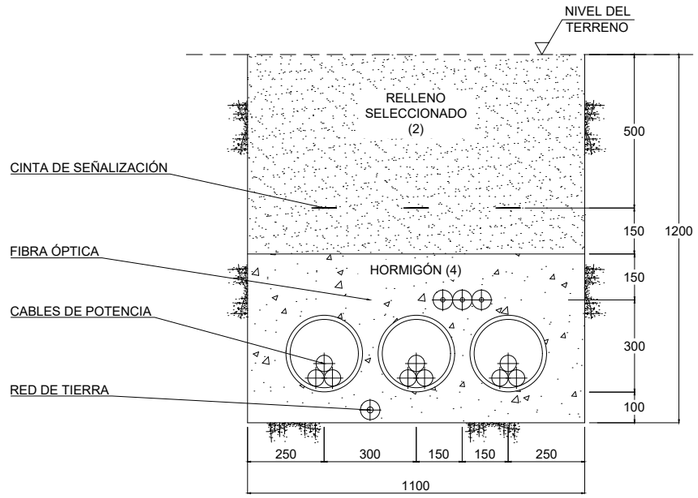

ZANJA TIPO 3



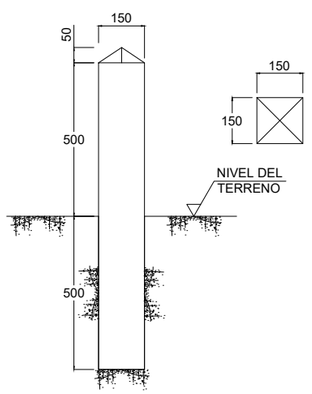

CRUZAMIENTO TIPO 1




CRUZAMIENTO TIPO 2




CRUZAMIENTO TIPO 3




HITO DE SEÑALIZACIÓN EN EJE CADA 150 m

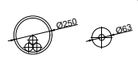
NOTAS:

MATERIALES DE RELLENO:

(1) TIERRA VEGETAL: Procedente del desbroce del terreno. Deberá ser debidamente acopiada y separada del suelo de excavación, para su posterior uso en revegetación de taludes y zanjas.
(2) RELLENO SELECCIONADO: Procedente de la excavación. Deberá ser libre de objetos y piedras de gran tamaño (<100 mm).
(3) ARENA: Arena lavada de río, sin objetos punzantes que puedan dañar los cables.
(4) HORMIGÓN: HM-20.

TUBOS:

1.- En cruces de viales y bajo cimentación. Según reglamento español, el diámetro del tubo ha de ser 1,5 veces el diámetro de la terna.
2.- El radio de giro interior de los tubos no podrá ser inferior a 16 veces el diámetro exterior de los conductores.
3.- Los tubos a utilizar serán corrugados de doble pared de Polietileno de Alta Densidad (HDPE), con un diámetro mínimo unificado de 250 mm para todas las secciones de conductores de media tensión:
- CABLES DE POTENCIA: Tubo HDPE Ø250 mm.
- FIBRA ÓPTICA: Tubo HDPE o PVC Ø63 mm.
- RED DE TIERRAS: Tubo HDPE o PVC Ø63 mm.




4.- El hito de señalización es una representación tipo, pudiéndose utilizar hitos cilíndricos. Estos hitos irán pintados de color blanco según se trate de un cruce de viales interiores, de color amarillo para los cruces del cable de 500 mm$^2$ y color rojo en los empalmes.

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U. Tlf: 915570566<br>Paseo Marqués de Zafra, 5 FAX: 915570522<br>28028 MADRID info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE

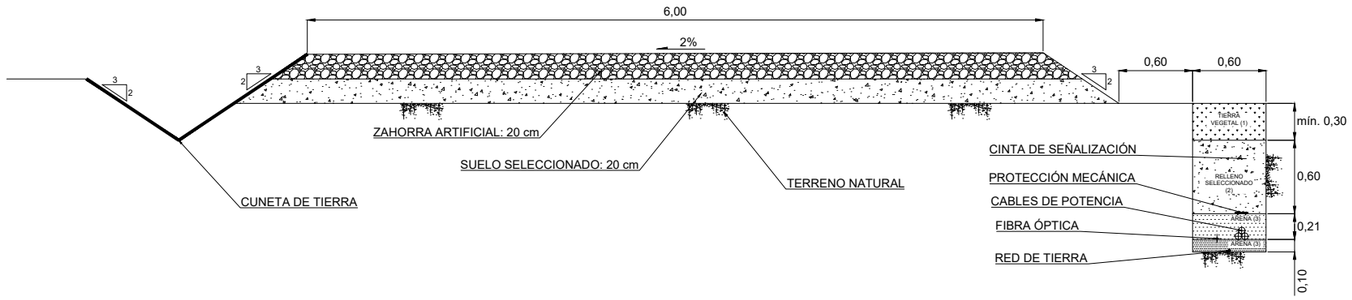
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: DETALLE DE ZANJAS Y CRUZAMIENTOS | | | |
| Calculado: JOSÉ MANUEL HORCAJO | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-05.3 | Escala: 1/20 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 0 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

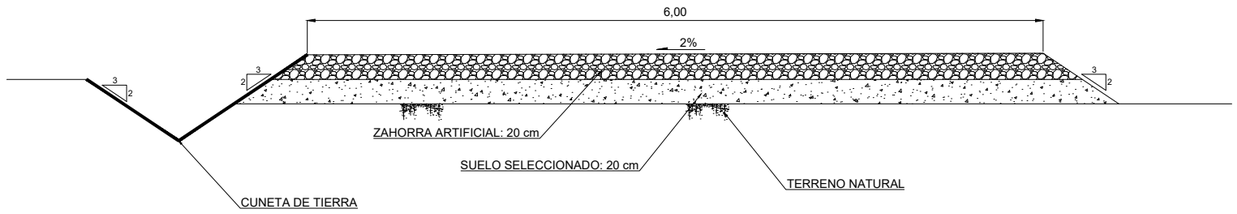
## VIALES INTERIORES PARQUE EÓLICO
## SECCIÓN TIPO EN RELLENO

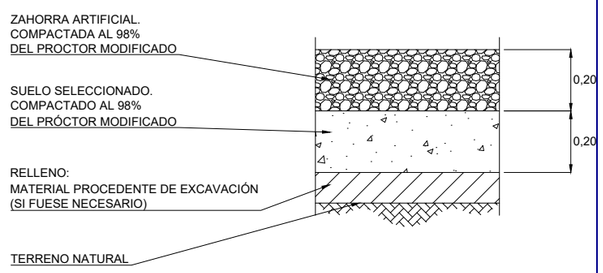
ESCALA: 1/50




## VIAL DE ACCESO. SECCIÓN TIPO

ESCALA: 1/50



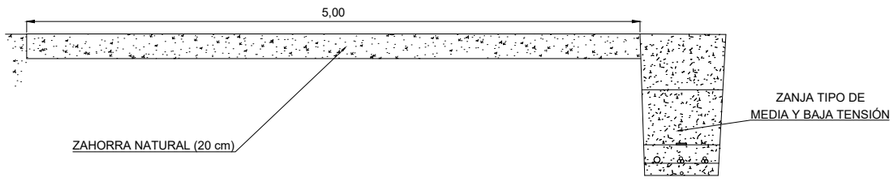




## DETALLE SECCIÓN TIPO VIALES PARQUE EÓLICO

ESCALA: 1/20

## SECCIÓN TIPO DE VIAL INTERIOR DE PLANTA FOTOVOLTAICA

ESCALA: 1/50




Cotas en metros

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

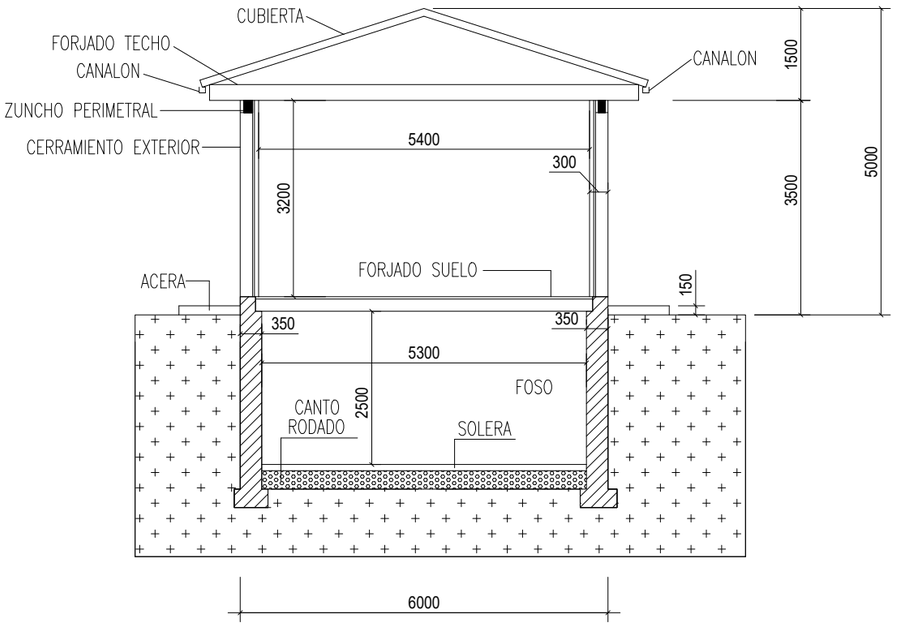
PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE: SECCIÓN TIPOS DE VIALES | | | |
| Calculado: JOSE MANUEL HORCAJO | | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-05.4 | Escala: Indicadas | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 01 |


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 26034491/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## SECCIÓN A–A'




MEMORIA DE CALIDADES

CIMENTACIONES DE HORMIGÓN ARMADO HA–25 CON MURO DE 35 CM.

FOSO DE CABLES CON UNA ALTURA ÚTIL DE 2,50 M SITUADO BAJO LA SALA ELÉCTRICA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO, SE CONSTRUIRÁ UN FORJADO DE HORMIGÓN ARMADO, PARA UNA CARGA DE 2.500 KG/M2.

LAS PAREDES EXTERIORES SE CONSTRUIRÁN DE BLOQUES DE TERMOARCILLA DE 29 CM, ENLUCIDO INTERIORMENTE CON MORTERO DE CEMENTO Y PINTURA PLÁSTICA DE COLOR BLANCO.

LA FACHADA EXTERIOR DEL EDIFICIO IRÁ REVESTIDA CON MORTERO TIPO COTEGRÁN, REMARCANDO UN ZÓCALO DE 1 M DE DIFERENTE COLOR.

ENLUCIDO DE YESO Y PINTURA PLÁSTICA EN LOS TECHOS.

ZUNCHO PERIMETRAL EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS CERRAMIENTOS EXTERIORES DE HORMIGÓN ARMADO DE 25 X 25 CM

FORJADO PLANO DE SEMIVIGUETA DE HORMIGÓN SOBRE EL QUE SE CONSTRUIRÁN LOS TABIQUES PALOMEROS PARA DAR LA PENDIENTE A LA CUBIERTA A CUATRO AGUAS, SOBRE LOS CUALES SE COLOCARÁ UN RASILLÓN DE 1 M DE 5 CM DE ESPESOR SOBRE EL QUE VERTERÁ UNA CAPA DE 3 CM DE HORMIGÓN EN MASA CON MALLAZO DE REPARTO, SOBRE LA MISMA SE COLOCARÁ TEJA PLANA MIXTA.

EL SUELO DE LA SALA SERÁ DE GRES PORCELÁNICO DE 40X40 CM O SIMILAR. EL DEL FOSO SERÁ DE HORMIGÓN PULIDO CON HELICÓPTERO PINTADO CON EPOXI.

LAS VENTANAS DE LA SALA ELÉCTRICA, SERÁN DE ALUMINIO VERDES, CORREDERAS, DE DIMENSIONES 1 M X 1 M.

LAS PUERTAS EXTERIORES SERÁN DE ACERO PINTADAS EN VERDE Y DISPONDRÁN DE CERRADURA, LA ALTURA DE LAS PUERTAS SERÁ DE 2,9 METROS E IRÁN TRATADAS CON PINTURA ANTIÓXIDO Y TENDRÁN EN LA PARTE SUPERIOR UN TRAGALUZ DE 60 CM DE METACRILATO.

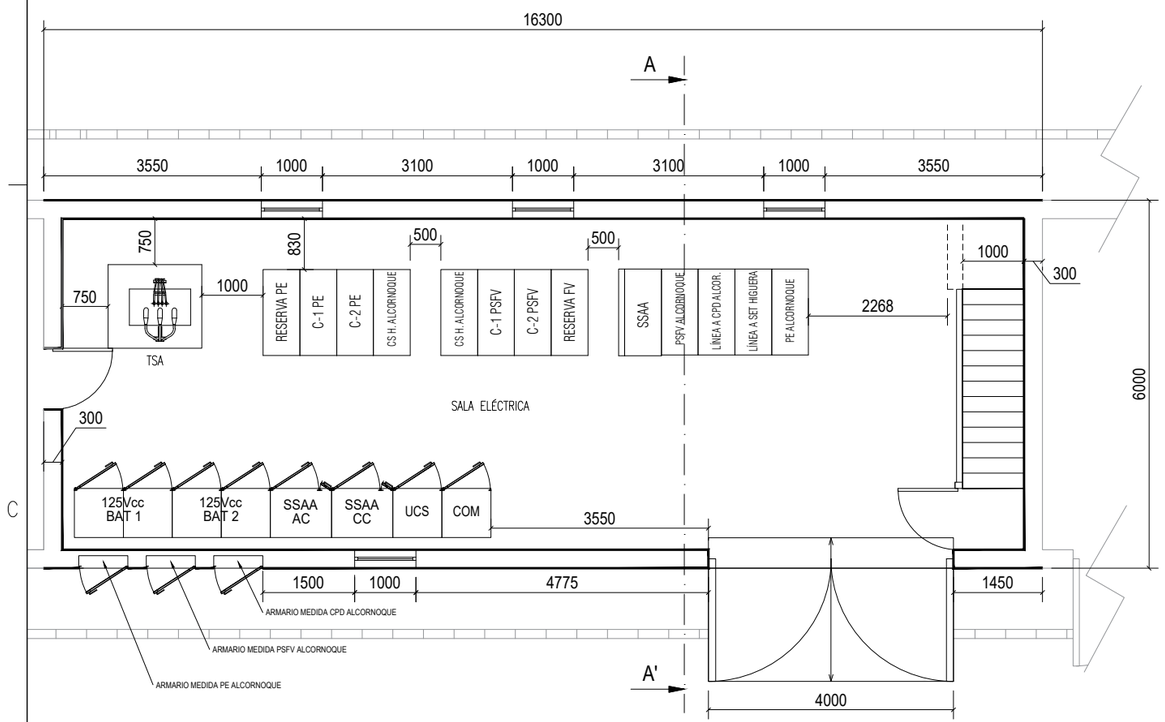
EXTERIORMENTE EL EDIFICIO IRÁ REMATADO CON UNA ACERA PERIMETRAL DE 1 M DE ANCHURA Y BORDILLO DELIMITADOR.

SE MANTENDRÁN LAS CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LA ZONA.

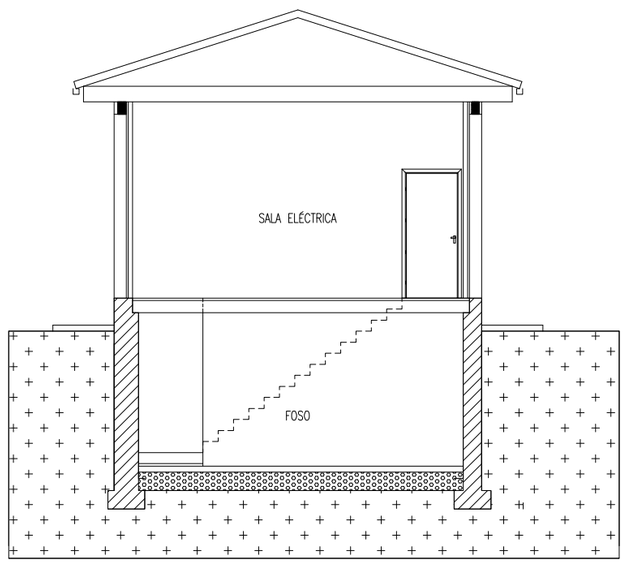
SE COLOCARÁ UN CANALÓN PERIMETRAL AL EDIFICIO DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES DE ALUMINIO.

LA ALTURA DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO SERÁ DE 3,2 METROS.

EL SUELO DEL FOSO ESTARÁ COMPUESTO POR 30 CM DE GRAVILLÓN, SOBRE EL QUE SE HARÁ UNA SOLERA DE 10 CM DE ESPESOR. TENDRÁ UN DRENAJE A LA RED DE PLUVIALES DE LA PLANTA.




## VISTA A–A' ESCALERA




GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

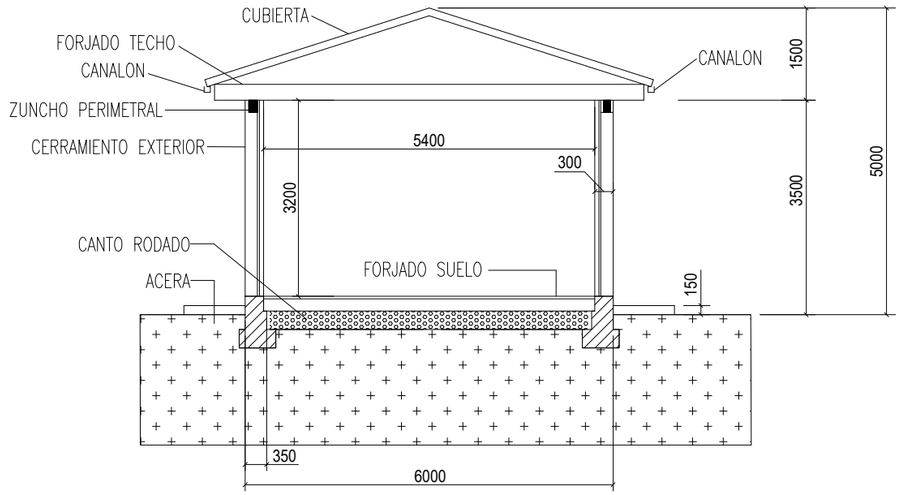
PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE

SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido:<br>GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE:<br>EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL<br>Sala Eléctrica<br>Disposición de Equipos y Obra Civil | | | |
| Calculado:<br>JOSE MANUEL HORCAJO | | | | |
| Dibujado:<br>DAVID BECERRIL | Plano nº:<br>PHAL-06.1 | Escala:<br>1/100 | Fecha:<br>MARZO 2026 | Revisión:<br>02 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 26034449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.gob.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00013302
VISADO

## SECCIÓN A–A'




MEMORIA DE CALIDADES

CIMENTACIONES DE HORMIGÓN ARMADO HA–25 CON MURO DE 35 CM.

LAS PAREDES EXTERIORES SE CONSTRUIRÁN DE BLOQUES DE TERMOARCILLA DE 29 CM, ENLUCIDO INTERIORMENTE CON MORTERO DE CEMENTO Y PINTURA PLÁSTICA DE COLOR BLANCO.

LA FACHADA EXTERIOR DEL EDIFICIO IRÁ REVESTIDA CON MORTERO TIPO COTEGRÁN, REMARCANDO UN ZÓCALO DE 1 M DE DIFERENTE COLOR.

ENLUCIDO DE YESO Y PINTURA PLÁSTICA EN LOS TECHOS.

ZUNCHO PERIMETRAL EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS CERRAMIENTOS EXTERIORES DE HORMIGÓN ARMADO DE 25 X 2 CM

FORJADO PLANO DE SEMIVIGUETA DE HORMIGÓN SOBRE EL QUE SE CONSTRUIRÁN LOS TABIQUES PALOMEROS PARA DAR LA PENDIENTE A LA CUBIERTA A CUATRO AGUAS, SOBRE LOS CUALES SE COLOCARÁ UN RASILLÓN DE 1 M DE 5 CM DE ESPESOR SOBRE EL QUE VERTERÁ UNA CAPA DE 3 CM DE HORMIGÓN EN MASA CON MALLAZO DE REPARTO. SOBRE LA MISMA SE COLOCARÁ TEJA PLANA MIXTA.

EL SUELO SERÁ DE GRES PORCELÁNICO DE 40X40 CM O SIMILAR.

LAS VENTANAS SERÁN DE ALUMINIO VERDES, CORREDERAS, DE 1,4 M DE ALTO Y DOS ANCHOS: 1 M Y 1,6 M.

LA PUERTA EXTERIOR SERÁ DE ACERO PINTADA EN VERDE Y DISPONDRÁ DE CERRADURA, LA ALTURA DE ESTA PUERTA SERÁ DE 2,3 METROS, EL ANCHO DE 1METRO, E IRÁ TRATADA CON PINTURA ANTIOXIDANTE.

EXTERIORMENTE EL EDIFICIO IRÁ REMATADO CON UNA ACERA PERIMETRAL DE 1 M DE ANCHURA Y BORDILLO DELIMITADOR.

SE MANTENDRÁN LAS CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LA ZONA.

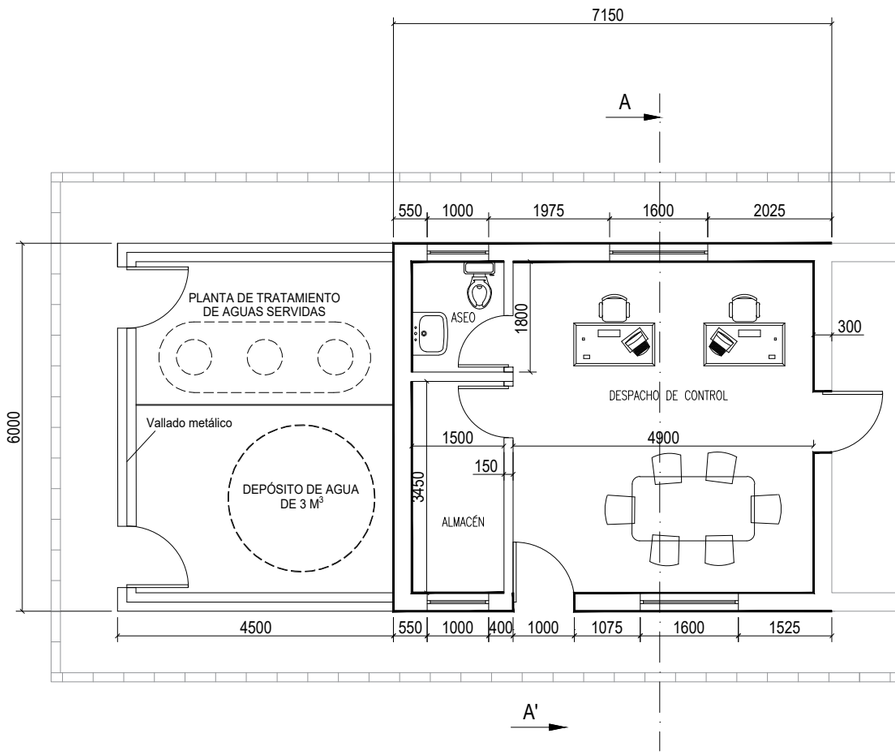
SE COLOCARÁ UN CANALÓN PERIMETRAL AL EDIFICIO DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES DE ACERO.

LA ALTURA ÚTIL DE LA PLANTA SERÁ DE 3,2 METROS.

EL BAÑO DISPONDRÁ DE UN LAVABO Y UN INODORO. EN ESTE ESPACIO, LA PUERTA TENDRÁ UNAS DIMENSIONES DE 2,03 x 0,82 M Y LA VENTANA DE 1,4 x 1 METROS

SE INSTALARÁ UN DEPÓSITO ENTERRADO DE 3 M3 DE AGUA LIMPIA PARA DAR SERVICIO AL EDIFICIO.

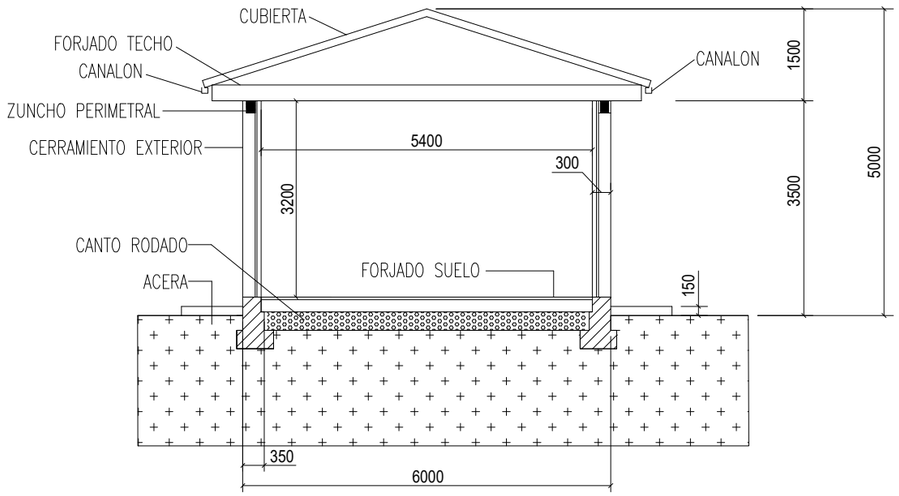
SE INSTALARÁ UNA PTAS SUBTERRÁNEA, DIMENSIONADA PARA EL USO DE LAS INSTALACIONES POR PARTE DE CUATRO PERSONAS.

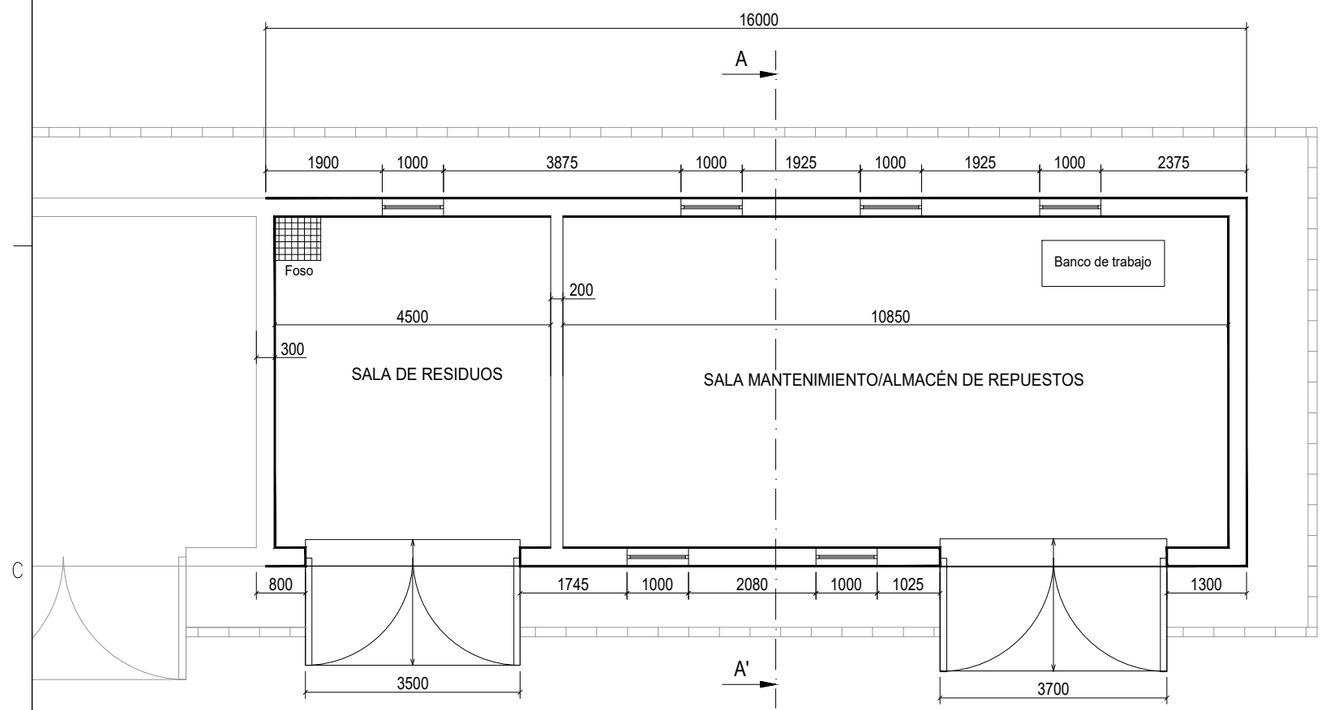



| | | | |
|---|---|---|---|
| GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES | | | |
| PROYECTADO<br>IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID | Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | PROPIEDAD<br>ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID | Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | |
| PROYECTO:<br>HÍBRIDO ALCORNOQUE | | | |
| SITUACIÓN:<br>PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA) | | | |
| Dirigido:<br>GREGORIO ÁLVAREZ | PLANO DE:<br>EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL<br>Sala de Control (Oficina)<br>Distribución y Obra Civil | | |
| Calculado:<br>JOSE MANUEL HORCAJO | | | |
| Dibujado:<br>DAVID BECERRIL | Plano nº:<br>PHAL-06.2 | Escala:<br>1/100 | Fecha:<br>MARZO 2026 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 26034449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## SECCIÓN A–A'




MEMORIA DE CALIDADES

CIMENTACIONES DE HORMIGÓN ARMADO HA–25 CON MURO DE 35 CM.

LAS PAREDES EXTERIORES SE CONSTRUIRÁN DE BLOQUES DE TERMOARCILLA DE 29 CM, ENLUCIDO INTERIORMENTE CON MORTERO DE CEMENTO Y PINTURA PLÁSTICA DE COLOR BLANCO.

LA FACHADA EXTERIOR DEL EDIFICIO IRÁ REVESTIDA CON MORTERO TIPO COTEGRÁN, REMARCANDO UN ZÓCALO DE 1 M DE DIFERENTE COLOR.

ENLUCIDO DE YESO Y PINTURA PLÁSTICA EN LOS TECHOS.

ZUNCHO PERIMETRAL EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS CERRAMIENTOS EXTERIORES DE HORMIGÓN ARMADO DE 2[illegible] X 25 CM

FORJADO PLANO DE SEMIVIGUETA DE HORMIGÓN SOBRE EL QUE SE CONSTRUIRÁN LOS TABIQUES PALOMEROS PARA DAR LA PENDIENTE A LA CUBIERTA A CUATRO AGUAS, SOBRE LOS CUALES SE COLOCARÁ UN RASILLÓN DE 1 M DE 5 CM DE ESPESOR SOBRE EL QUE VERTERÁ UNA CAPA DE 3 CM DE HORMIGÓN EN MASA CON MALLAZO DE REPARTO, SOBRE LA MISMA SE COLOCARÁ TEJA PLANA MIXTA.

EL SUELO SERÁ DE HORMIGÓN PULIDO CON HELICÓPTERO.

LAS VENTANAS SERÁN DE ALUMINIO VERDES, CORREDERAS, DE DIMENSIONES 1 M X 1 M.

LAS PUERTAS EXTERIORES SERÁN DE ACERO PINTADAS EN VERDE Y DISPONDRÁN DE CERRADURA, LA ALTURA DE ESTAS PUERTAS SERÁ DE 2,9 METROS E IRÁN TRATADAS CON PINTURA ANTIÓXIDO Y TENDRÁN EN LA PARTE SUPERIOR UN TRAGALUZ DE 60 CM DE METACRILATO.

EXTERIORMENTE EL EDIFICIO IRÁ REMATADO CON UNA ACERA PERIMETRAL DE 1 M DE ANCHURA Y BORDILLO DELIMITADOR.

SE MANTENDRÁN LAS CARACTERÍSTICAS ARQUITECTÓNICAS DE LA ZONA.

SE COLOCARÁ UN CANALÓN PERIMETRAL AL EDIFICIO DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES DE ALUMINIO.

LA ALTURA ÚTIL DE LA PLANTA SERÁ DE 3,2 METROS.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 26034449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ<br>Calculado: JOSE MANUEL HORCAJO | PLANO DE: EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL<br>Sala Mantenimiento/Almacén/Residuos<br>Distribución y Obra Civil | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-06.3 | Escala: 1/100 | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 02 |

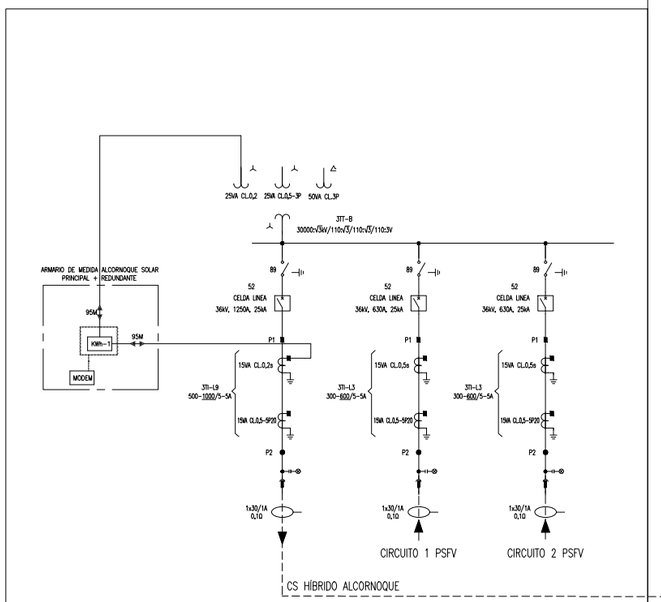
FORMATO ORIGINAL A3 (420 x 297)

# ESQUEMA UNIFILAR

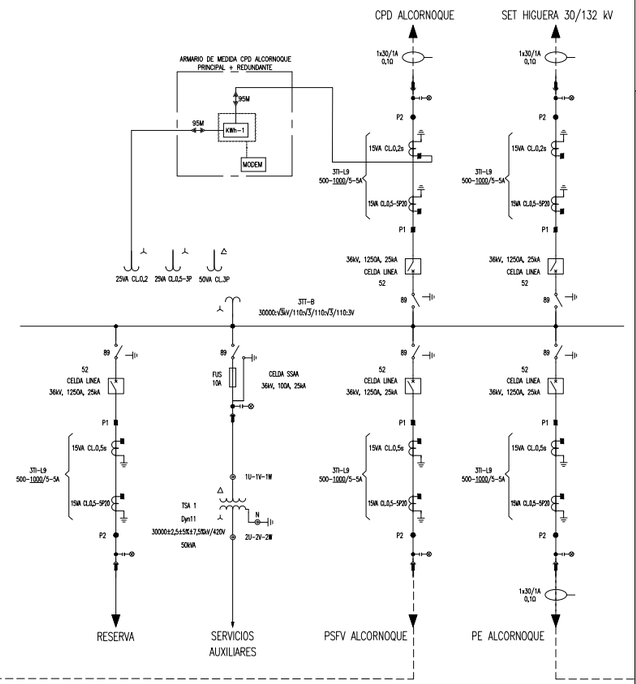
## Centro de Seccionamiento

## CS HÍBRIDO ALCORNOQUE

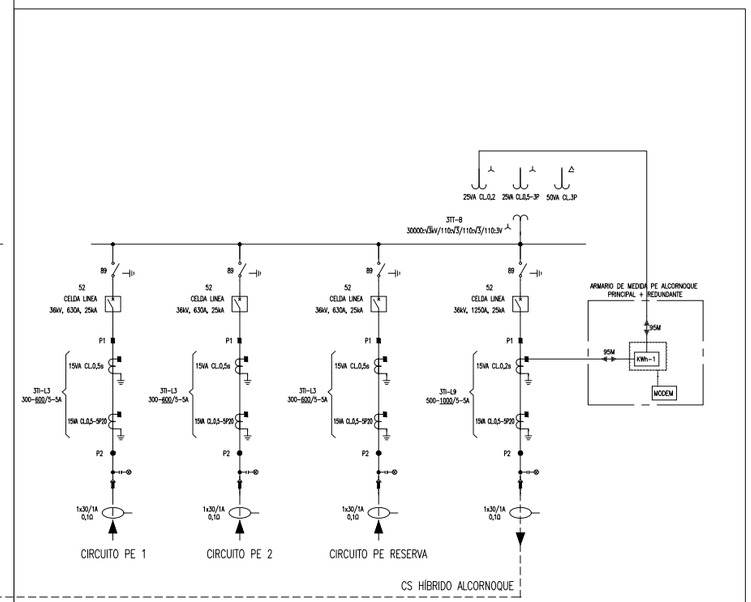
### ALCORNOQUE SOLAR




### CPD ALCORNOQUE / SET HIGUERA 30/132 kV




### PARQUE EÓLICO ALCORNOQUE




### CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO
### LEYENDA

- INTERRUPTOR–SECCIONADOR TRES POSICIONES
- INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
- TOROIDAL
- DETECTOR DE PRESENCIA DE TENSIÓN
- TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
- TRANSFORMADOR
- FUSIBLE

GRUPO IBEREÓLICA RENOVABLES

| PROYECTADO | PROPIEDAD |
|---|---|
| IBEREÓLICA RENOVABLES ,S.L.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com | ALCORNOQUE SOLAR ,S.L.U.<br>Paseo Marqués de Zafra, 5<br>28028 MADRID<br>Tlf: 915570566<br>FAX: 915570522<br>info@grupoibereolica.com |
| El Ingeniero:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS | La Propiedad:<br>GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS |

PROYECTO:
HÍBRIDO ALCORNOQUE
SITUACIÓN:
PAREDES DE NAVA, PERALES Y BECERRIL DE CAMPOS (PALENCIA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirigido: GREGORIO ÁLVAREZ<br>Calculado: RICARDO ORTIZ | PLANO DE: EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL<br>Sala Eléctrica (C. Seccionamiento a 30 kV)<br>Esquema Unifilar | | | |
| Dibujado: DAVID BECERRIL | Plano nº: PHAL-07 | Escala: S/E | Fecha: MARZO 2026 | Revisión: 01 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# DOCUMENTO Nº4

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

## INDICE

**1 PARQUE EÓLICO ..... 2**

1.1 OBRA CIVIL DE PARQUE EÓLICO ..... 2

1.2 INSTALACIONES DE PARQUE EÓLICO ..... 2

**2 PLANTA FOTOVOLTAICA ..... 2**

2.1 OBRA CIVIL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA ..... 2

2.2 INSTALACIONES DE PLANTA FOTOVOLTAICA ..... 2

**3 COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD, SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y ARQUEÓLOGICO DEL PROYECTO GLOBAL ..... 10**

**4 GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 10**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 1 PARQUE EÓLICO

## 1.1 OBRA CIVIL DE PARQUE EÓLICO

### 1.1.1 CAMINOS DE ACCESO A AEROGENERADORES Y ZANJAS

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 6.136 | Ml de apertura, nivelación y compactación de caja de caminos para todo tipo de terreno (ancho mínimo de caja de 7 m y máximo de 12 m) incluso sobreanchos necesarios s/proyecto y especificaciones, y restauración de laterales de caminos con la capa vegetal sobrante, eliminando las tierras sobrantes en caso necesario, quedando la apertura de caja con una pendiente máxima del 10%, terraplenando si fuera necesario para cumplir con dicha pendiente, quedando preparado el firme del camino con la capacidad portante suficiente para el vertido de las zahorras naturales de subbase. | 30,00 | 184.080,00 |
| 6.136 | Ml nivelación de caminos con material seleccionado de subbase, con un espesor mínimo de 20 cm y ancho mínimo de 6,50 m, incluso sobreanchos necesarios, dejándolo preparado para el aporte de la siguiente capa a realizar con zahorra artificial. | 15,73 | 96.519,28 |
| 6.136 | Ml de nivelación de caminos con zahorra artificial de base con un espesor mínimo de 20 cm y un ancho mínimo de 6 m, incluso sobreanchos necesarios (s/planos), incluyendo: suministro, transporte, extendido y colocación en obra, regado y compactación para soportar las cargas de componentes y transportes, manteniéndolo en perfecto estado hasta la finalización de las obras y recepción de las mismas. | 40,57 | 248.937,52 |
| 6.805 | Ml de apertura de zanjas del sistema colector y línea subterránea de 30 KV (s/planos) eliminando las tierras sobrantes. Las zanjas tendrán un ancho variable entre 0,60 y 1,00 m de anchura y 1,2 m de profundidad mínima (s/ especificaciones técnicas). | 5,00 | 34.025,00 |
| 6.805 | Ml tapado de zanjas del sistema colector y línea subterránea de 30 kV (s/planos), incluyendo relleno de cama de arena seleccionada de 10 cm más 15 cm de tapado por encima de los cables de media tensión y relleno final aprovechando los productos sobrantes de la excavación, previa selección de los mismos y retirada de piedras grandes y punzantes que puedan dañar los cables. En esta partida están incluidos: balizamiento con marras de hormigón cada 150 m, drenajes si fuesen necesarios y cruces de caminos, plataformas de montaje y drenajes, mediante tubo corrugado autoextinguible de 250 mm de diámetro para cables de potencia, de 63 mm de diámetro para fibra óptica y de 63 mm para la red de tierras, según corresponda, recubiertos todos con una capa de hormigón en masa HM-20 de 20 cm de espesor mínimo, placa de protección mecánica de cables y posterior cinta de señalización. | 22,00 | 149.710,00 |
| 6.136 | Ml de apertura de cunetas (s/planos) eliminando las tierras sobrantes y empleándolas en la restauración final. | 4,00 | 24.544,00 |
| 1 | Uds. drenajes transversales de camino mediante tubos de HPED, de diámetro comprendido entre 40 y 60 cm, recubiertos de hormigón en masa HM-20, dispuestos en la intersección de los caminos con los cauces existentes, incluidos remates laterales de hormigón prefabricado o ejecutadas in situ para la recogida de agua, según planos. (Considera la ejecución de pasos de agua de 10 metros de longitud media, rematados con módulos prefabricados de hormigón o ejecutado sin situ, según plano de detalles constructivos). En los extremos de los drenajes se dispondrán areneros (s/. planos). | 15.000,00 | 15.000,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.1.1.** **752.815,80 €**

### 1.1.2 CIMENTACIONES DE AEROGENERADORES Y PLATAFORMAS

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 7 | Uds. Explanación y nivelación de plataformas s/proyecto, planos y especificaciones, para el montaje de grúas y acopio de materiales, eliminando las tierras sobrantes y restaurando los taludes de las mismas, quedando compactadas y con una pendiente máxima del 1% al finalizar la obra. Soportarán presiones en la capa de rodadura de 250 kN/m². Las plataformas llevarán un mínimo de 20 cm de material granular de subbase e irán rematadas con una capa final de zahorras de 5 cm de espesor mínimo (según planos, Plan de Control de Calidad y Especificaciones Técnicas). | 25.400,00 | 177.800,00 |
| 10.185 | M³ Excavación de zapatas de aerogeneradores en todo tipo de terreno, s/planos y taludes recomendados en el estudio geotécnico, reservando la capa vegetal para la restauración y eliminando las tierras sobrantes, adoptando como criterio general que la cota de la cimentación quede a la misma altura o incluso ligeramente superior, que la cota final de la plataforma acabada, (s/planos). – (7 aerogeneradores x 1.455 m³). | 3,50 | 35.647,50 |
| 6.387 | M³ Relleno compactado por capas con productos seleccionados de la excavación en cimentaciones de aerogeneradores (s/planos y Plan de Control de Calidad). – (7 aerogeneradores x 912,4 m³). | 3,00 | 19.161,00 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 245 | M³ Fabricación, suministro y colocación de Hormigón de Limpieza, HM-20, incluido ensayos según Normas Españolas vigentes, en cimentaciones de aerogeneradores del parque eólico, incluidos todos los medios auxiliares necesarios, e incluido también el curado según normativa, con objeto de evitar fisuras en el hormigón, empleando productos adecuados, tipo SIKACURE, ANTISOL o similar (s/planos y Plan de Control de Calidad). – (7 aerogeneradores x 34,97 m³). | 102,00 | 24.990,00 |
| 3.504 | M³ Fabricación, suministro y colocación de Hormigón Estructural, HA-35, incluido ensayos según Normas Españolas vigentes, en cimentaciones de aerogeneradores del parque eólico, incluido el encofrado curvo y todos los medios auxiliares necesarios, e incluido el curado según normativa, con objeto de evitar fisuras en el hormigón, con un mínimo de 7 días, empleando arpillera húmeda durante dicho período (s/planos y Plan de Control de Calidad). – (7 aerogeneradores x 500,51 m³). | 125,00 | 438.000,00 |
| 50 | M³ Fabricación, suministro y colocación de Hormigón Estructural, HA-45, incluido ensayos según Normas Españolas vigentes, en cimentaciones de aerogeneradores del parque eólico, incluido el encofrado curvo y todos los medios auxiliares necesarios, e incluido el curado según normativa, con objeto de evitar fisuras en el hormigón, con un mínimo de 7 días, empleando arpillera húmeda durante dicho período. Además, tras el hormigonado debe aplicarse producto de protección tipo SIKACURE, ANTISOL o similar, (s/planos y Plan de Control de Calidad). – (7 aerogeneradores x 7,13 m³). | 151,00 | 7.550,00 |
| 420 | Ml Suministro y colocación de tubo de HPED corrugado (Glassman o similar) de 63 mm de diámetro, para el cable de red de tierras, bajo cimentación de aerogeneradores, incluida la apertura y tapado de zanja necesaria, y recubierto de hormigón en masa HM-20 de 20 cm de espesor mínimo, y por el interior de la cimentación hasta llegar a la parte superior del pedestal (considera una medición de 30 metros por aerogenerador y canalización). | 2,75 | 1.155,00 |
| 420 | Ml Suministro y colocación de tubo de HPED corrugado (Glassman o similar) de 63 mm de diámetro, para los cables de control y comunicaciones, bajo cimentación de aerogeneradores, incluida la apertura y tapado de zanja necesaria, y recubierto de hormigón en masa HM-20 de 20 cm de espesor mínimo, y por el interior de la cimentación hasta llegar a la parte superior del pedestal (considera una medición de 30 metros por aerogenerador y canalización). | 2,75 | 1.155,00 |
| 420 | Ml Suministro y colocación de tubo de HPED corrugado (Glassman o similar) de 250 mm de diámetro, para los cables de media tensión, bajo cimentación de aerogeneradores, incluida la apertura y tapado de zanja necesaria, y recubierto de hormigón en masa HM-20 de 20 cm de espesor mínimo, y por el interior de la cimentación hasta llegar a la parte superior del pedestal (considera una medición de 30 metros por aerogenerador y canalización). | 5,00 | 2.100,00 |
| 417.711 | Kg Fabricación, elaboración en taller y suministro de acero corrugado tipo B 500 S para las armaduras de las cimentaciones de los aerogeneradores, incluido los ensayos necesarios según normativa (s/ planos y Plan de Control de Calidad), incluso p.p de despuntes, mermas, armadura auxiliar de montaje y alambres de atar (7 aerogeneradores x 59.673 kg/aerogenerador). | 1,05 | 438.596,55 |
| 417.711 | Kg Montaje de acero corrugado tipo B 500 S en armaduras de las cimentaciones de los aerogeneradores, incluida la descarga dentro del parque del acero ya elaborado sobre camión suministrado y el transporte interior dentro del parque, incluido también los ensayos del acero necesarios según normativa (s/ planos y Plan de Control de Calidad), incluso p.p de despuntes, mermas, armadura auxiliar de montaje y alambres de atar (7 aerogeneradores x 59.673 kg/aerogenerador). | 0,30 | 125.313,30 |
| 7 | Uds. Montaje y nivelación de jaulas de pernos de cimentaciones de aerogeneradores con todos los materiales y medios auxiliares necesarios, incluida la descarga, acopio y almacén en parque en el momento del suministro, el transporte interior dentro del parque, y el suministro y aplicación de mortero de Alta Resistencia -Grout de nivelación, incluidas las galgas para nivelación de las bridas según especificaciones técnicas y ensayos necesarios según normativa (s/planos). Excluido el suministro de las jaulas de pernos que será realizado por el Cliente, así como de todos los elementos necesarios para el montaje de los pernos. | 4.010,00 | 28.070,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.1.2.** **1.299.538,35 €**

### 1.1.3 EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 1 | Obras de Edificio Eléctrico y de Control del proyecto, diseñado y equipado para 3 centros de seccionamiento, obra civil, acera, aparcamiento y vial perimetral, seguridad y salud, ensayos, pruebas y puesta en marcha necesarias, que estará formado por los siguientes espacios:<br>- Sala eléctrica con una planta principal y foso según el plano PHAL-06.1.<br>- Sala de control según el plano PHAL-06.2.<br>- Almacén según el plano PHAL-06.3. | 376.000,00 | 376.000,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.1.3.** **376.000,00 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 1.1.4 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN DE 30 kV

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 13.750 | Ml. Zanja de 0,7x1,2 m (ancho x profundidad) para tendido de cableado entre los centros de seccionamiento y SET La Higuera., incluyendo relleno de cama de arena seleccionada de 10 cm más 15 cm de tapado por encima de los cables y relleno final aprovechando los productos sobrantes de la excavación, previa selección de los mismos y retirada de piedras grandes y punzantes que puedan dañar los cables. Se incluyen cruzamientos, parte proporcional de tubos y arquetas necesarias, con las protecciones mecánicas marcadas por la normativa actual. | 45,00 | 618.750,00 |

| TOTAL Subcapítulo 1.1.4. | 618.750,00 € |
|---|---|

### 1.1.5 TORRE METEOROLÓGICA

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 450 | Ml de apertura, nivelación y compactación de caja de caminos de acceso a torre meteorológica (ancho medio de caja 5 m), s/proyecto y especificaciones, y restauración de laterales de caminos con la capa vegetal sobrante, eliminando las tierras sobrantes en caso necesario. | 16,00 | 7.200,00 |
| 450 | Ml nivelación de camino de acceso a la torre meteorológica, con material seleccionado de subbase con un espesor mínimo de 20 cm y ancho de 4 m. | 12,00 | 5.400,00 |

| TOTAL Subcapítulo 1.1.5. | 12.600,00 € |
|---|---|

### 1.1.6 RESTAURACIÓN MEDIOAMBIENTAL

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 1 | Restauración medioambiental de taludes, laterales de caminos y zanjas, incluso medidas correctoras, s/. Declaración de Impacto Ambiental (DIA). | 70.000,00 | 70.000,00 € |

| TOTAL Subcapítulo 1.1.6. | 70.000 € |
|---|---|

| TOTAL CAPÍTULO 1.1 | 3.129.704,15 € |
|---|---|

## 1.2 INSTALACIONES DE PARQUE EÓLICO

### 1.2.1 SISTEMA GENERADOR

| Uds. | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 7 | Uds. Suministro, montaje y puesta en marcha del Aerogenerador N-175 (P = 7,000 kW) compuesto por: torre tubular de acero de 142 m de altura, conjunto nacelle - rotor incluyendo generador, acoplamiento, multiplicadora, freno, buje, palas de 87,5 metros, sistema hidráulico, sistema de sujeción eje principal, estructura soporte, sistema de control, elevador, centro de transformación compuesto de transformador de potencia 30/0,950 kV de 7000 kVA, celdas de interruptor automático 30 kV compactas. | 2.369.000,00 | 16.583.000,00 |

| TOTAL Subcapítulo 1.2.1. | 16.583.000,00 € |
|---|---|

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 1.2.2 INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE POTENCIA

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 5.928 | ML de cable HEPRZ1 aisl. seco 18/30kV de 1*240 mm², Al. Suministro e instalación en zanja, incluso cinta de señalización y ensayos. | 12,00 | 71.136,00 |
| 16.343 | ML de cable HEPRZ1 aisl. seco 18/30kV de 1*400mm², Al. Suministro e instalación en zanja, incluso cinta de señalización y ensayos. | 16,00 | 261.488,00 |
| 9.367 | ML de cable HEPRZ1 aisl. seco 18/30kV de 1*500mm2, Al. Suministro e instalación en zanja, incluso cinta de señalización y ensayos. | 18,00 | 168.606,00 |
| 18 | Ud. Terminales unipolares para cable 1*240mm², interiores, atornillables, apantallados, termoretráctiles. | 155,00 | 2.790,00 |
| 18 | Ud. Terminales unipolares para cable 1*400mm², interiores, atornillables, apantallados, termoretráctiles. | 220,00 | 3.960,00 |
| 6 | Ud. Terminales unipolares para cable 1*500mm², interiores, atornillables, apantallados, termoretráctiles. | 270,00 | 1.620,00 |
| 18 | UD de Empalmes de cables de 400 mm². | 400,00 | 7.200,00 |
| 12 | UD de Empalmes de cables de 500 mm². | 475,00 | 5.700,00 |
| 1 | PA Medida de tensiones de paso y contacto de aerogeneradores, s/normativa vigente. | 2.500,00 | 2.500,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.2.2. 525.000,00 €**

### 1.2.3 INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE TIERRAS

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 6.805 | Metro lineal de cable Cu desnudo 1*50mm². Suministro, instalación y ensayos, incluso soldadura aluminotérmica. | 5,20 | 35.386,00 |
| 7 | Ud. Puesta a tierra de aerogeneradores s/especificaciones del fabricante de los aerogeneradores (Anexo I). | 2.600,00 | 18.200,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.2.3. 53.586,00 €**

### 1.2.4 INSTALACIÓN DE RED SUBTERRÁNEA DE COMUNICACIONES

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 8.019 | Metro lineal cable FO tipo monomodo 9/125 OS2 de 8 fibras, suministro, instalación y ensayos, s/especificaciones del fabricante de aerogeneradores (Anexo II). | 3,00 | 24.057,00 |
| 7 | Ud. Cajas de empalme de cables de FO, incluso latiguillos, s/especificaciones del fabricante de aerogeneradores. | 400,00 | 2.800,00 |
| 1 | PA Conectorización y reflectometría de la FO. | 1.500,00 | 1.500,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.2.4. 28.357,00 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 1.2.5 INSTALACIONES DE EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 1 | Edificio Eléctrico y de Control del Proyecto Híbrido, equipado con la siguiente aparamenta eléctrica:<br>- Doce (12) celdas de línea de 30 kV.<br>- Una (1) celda de protección de servicios auxiliares de 30 kV.<br>- Tres (3) juegos de transformadores de tensión en barras de 30 kV.<br>- Sistema de servicios auxiliares, incluyendo transformador de SSAA, cuadros de SSAA de corriente alterna y continua y doble equipo rectificador-batería.<br>- Sistema de protección, control y comunicaciones.<br>- Equipos de medida.<br>- Equipos de protección personal y maniobra.<br>- Sistema de puesta a tierra (anillo perimetral interior y exterior).<br><br>Incluye suministro, montaje, ensayos, pruebas y puesta en marcha de la instalación. | 1.200.000,00 | 1.200.000,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.2.5. 1.200.000,00 €**

## 1.2.6 INSTALACIONES DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 30 kV

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 82.500 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea de doble circuito subterránea de evacuación en 30 kV, con cable ML de cable HEPRZ1 aisl. seco 18/30kV de 1*630mm2, en aluminio, para interconexión entre la sala eléctrica del proyecto y SET La Higuera. Incluso parte proporcional de ensayos. | 20,05 | 1.654.125,00 |
| 12 | Ud. Terminales unipolares para cable 1*630mm$^2$, interiores, atornillables, apantallados, termoretráctiles. | 571,76 | 6.861,12 |
| 90 | UD de Empalmes de cables de 630 mm$^2$. | 578,23 | 52.040,70 |
| 13.750 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable FO tipo monomodo 9/125 OS2 de 8 fibras. Incluso parte proporcional de ensayos. | 3 | 41.250,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.2.6. 1.754.276,82 €**

## 1.2.7 INSTALACIÓN DE TORRE METEOROLÓGICA

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 1 | Ud. de Suministro, instalación y puesta en marcha de torre meteorológica de 140 metros de altura, con tres alturas de medida con los siguientes equipos de medición:<br>- 3 Anemómetros redundantes.<br>- 3 veletas.<br>- 2 termohigrómetros.<br>- 1 barómetro. | 85.000,00 | 85.000,00 |

**TOTAL Subcapítulo 1.2.7. 85.000,00 €**

**TOTAL CAPÍTULO 1.2 20.229.219,82 €**

**TOTAL CAPÍTULO 1 23.358.923,97 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 2 PLANTA FOTOVOLTAICA

## 2.1 OBRA CIVIL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

### 2.1.1 CAMINOS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

| Uds | Concepto | Precio Ud. euros | Total euros |
|---|---|---|---|
| 2.063 | Ml de apertura, nivelación y compactación de caja para **camino de acceso** para todo tipo de terreno (ancho mínimo de caja de 7 m y máximo de 12 m) incluso sobreanchos necesarios s/proyecto y especificaciones, y restauración de laterales de caminos con la capa vegetal sobrante, eliminando las tierras sobrantes en caso necesario, quedando la apertura de caja con una pendiente máxima del 12%, terraplenando si fuera necesario para cumplir con dicha pendiente, quedando preparado el firme del camino con la capacidad portante suficiente para el vertido de las zahorras naturales de subbase.<br>Dentro de esta partida se incluye el desbroce adicional y sólo desbroce, no apertura de caja de camino, de 10 metros a cada lado de los viales, a modo de cortafuegos. | 30,00 | 61.890,00 |
| 2.063 | Ml nivelación de caminos con material seleccionado de subbase, con un espesor mínimo de 20 cm y ancho mínimo de 6,50 m, incluso sobreanchos necesarios, dejándolo preparado para el aporte de la siguiente capa a realizar con zahorra artificial. | 15,73 | 32.450,99 |
| 2.063 | Ml de nivelación de caminos con zahorra artificial de base con un espesor mínimo de 20 cm y un ancho mínimo de 6 m, incluso sobreanchos necesarios (s/planos), incluyendo: suministro, transporte, extendido y colocación en obra, regado y compactación para soportar las cargas de componentes y transportes, manteniéndolo en perfecto estado hasta la finalización de las obras y recepción de las mismas. | 40,57 | 83.695,91 |
| 4.759 | Ml de apertura, nivelación y compactación de caja para **caminos interiores** para todo tipo de terreno (ancho de caja de 5 m) incluso sobreanchos necesarios s/proyecto y especificaciones, y restauración de laterales de caminos con la capa vegetal sobrante, eliminando las tierras sobrantes en caso necesario. | 20,00 | 95.180,00 |
| 4.759 | Ml de nivelación de caminos con zahorra artificial de base con un espesor mínimo de 20 cm y un ancho mínimo de 5 m, incluso sobreanchos necesarios (s/planos), incluyendo: suministro, transporte, extendido y colocación en obra, regado y compactación para soportar las cargas de componentes y transportes, manteniéndolo en perfecto estado hasta la finalización de las obras y recepción de las mismas. | 28,40 | 135.155,60 |

| TOTAL Subcapítulo 2.1.1. | 408.372,50 € |
|---|---|

### 2.1.2 CAMPO SOLAR

| Uds. | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 1 | PA. Desbroce, movimiento de tierras y preparación del terreno | 60.000,00 | 60.000,00 |
| 1.676 | Ml. Apertura y tapado de zanja de 0,6x1m (ancho x profundidad) para tendido de cableado de 30 kV para el interconexinado de los Centros de Transformación al Centro de Seccionamiento, incluyendo relleno de cama de arena seleccionada de 10 cm más 15 cm de tapado por encima de los cables y relleno final aprovechando los productos sobrantes de la excavación, previa selección de los mismos y retirada de piedras grandes y punzantes que puedan dañar los cables. Incluso parte proporcional de tubos y arquetas necesarias, con las protecciones mecánicas marcadas por la normativa actual. | 27,00 | 45.252,00 |
| 2.246 | Ml. Apertura y tapado de zanja de 0,4x1m (ancho x profundidad) para tendido de cableado entre los inversores y el Cuadro General de BT a instalar en el Centro de Transformación, incluyendo relleno de cama de arena seleccionada de 10 cm más 15 cm de tapado por encima de los cables y relleno final aprovechando los productos sobrantes de la excavación, previa selección de los mismos y retirada de piedras grandes y punzantes que puedan dañar los cables. Incluso parte proporcional de tubos y arquetas necesarias, con las protecciones mecánicas marcadas por la normativa actual. | 22,00 | 49.412,00 |
| 3.340 | Ml. Cerramiento cinegético realizado con malla anudada de alambre galvanizado. La separación entre los hilos verticales de la malla anudada será de 15 cm, y la distancia entre los horizontales aumentará progresivamente, desde 5-15 cm en la parte inferior, hasta 15-20 cm en la superior. Se mantendrá una distancia mínima al suelo de 15 cm. Deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras. La altura mínima del vallado será de 2,2 m. A lo largo de todo el vallado, se instalarán, cada 200 m, pasos de fauna mediante aperturas a ras de suelo en forma de rectángulos de al menos 30 cm en sentido horizontal y 20 cm en sentido vertical. Los postes serán de tubo de acero galvanizado en caliente, anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm y estarán colocados a una distancia máxima de 3 metros uno de otro. Las puertas de acceso, como parte del cerramiento perimetral, cumplirán las mismas características de altura. Se instalará una puerta principal de 8 m de ancho, con una puerta de acceso para peatones | 25,42 | 84.902,80 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013382
VISADO

| Uds. | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 7 | Ud. Ejecución de cimentación para instalación de centro de transformación. | 7.200,00 | 50.400 |
| 7 | Ud. Red de tierras exteriores de protección y de servicio del centro de transformación. | 1.200,00 | 8.400 |

**TOTAL Subcapítulo 2.1.2.** **298.366,80 €**

**TOTAL CAPÍTULO 2.1** **706.739,30 €**

## 2.2 INSTALACIONES DE PLANTA FOTOVOLTAICA

### 2.2.1 INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS

| Uds. | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 75.600 | Ud. Suministro, montaje y conexionado de paneles solares bifaciales de 725 Wp, para una potencia pico de planta de 54,81 MWp. | 58,00 | 4.384.800,00 |
| 700 | Ud. Suministro y montaje de seguidor a un eje horizontal para transmisión de dos filas tipo Axone Duo o similar, de acero galvanizado o Magnelis | 6.421,00 | 4.494.700,00 |
| 140 | Ud. Suministro, transporte, montaje y conexionado de inversores de string de 350 kW, con tensión de entrada de 1.500 Vcc y tensión de salida de 800 Vac. Incluye protecciones de la parte de CC y CA. | 5.540,00 | 775.600,00 |
| 5.642 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable Solar ZZ-F Rojo y Negro de 4 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 0,89 | 5.021,38 |
| 8.120 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable Solar ZZ-F Rojo y Negro de 6 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 1,21 | 9.825,20 |
| 18.898 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable Solar ZZ-F Rojo y Negro de 10 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 1,95 | 36.851,10 |
| 5.400 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable Solar ZZ-F Rojo y Negro de 16 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 4,22 | 22.788,00 |
| 470 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable de tierra Solar H07Z1-K amarillo-verde de 4 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 0,89 | 418,30 |
| 677 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable de tierra Solar H07Z1-K amarillo-verde de 6 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 1,21 | 819,17 |
| 1.575 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable de tierra Solar H07Z1-K amarillo-verde de 10 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 1,95 | 3.071,25 |
| 450 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable de tierra Solar H07Z1-K amarillo-verde de 16 $mm^2$ (libre de halógenos), para interconexión de paneles entre sí hasta los inversores. | 4,22 | 1.899,00 |
| 5.600 | Fusible de protección del inversor tipo cilíndrico 10x38 16A 1000$V_{DC}$ | 2,10 | 11.760,00 |
| 5.600 | Portafusible 10x38 1000 $V_{DC}$ 1P | 3,15 | 17.640,00 |
| 356 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x70 $mm^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 2,14 | 761,84 |
| 14.392 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x95 $mm^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 2,95 | 42.456,40 |
| 4.814 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x120 $mm^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 3,19 | 15.356,66 |
| 27.196 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x150 $mm^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 4,13 | 112.319,48 |
| 15.120 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x185 $mm^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 4,39 | 66.376,80 |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ CABREROS Colegiado nº 01392
VISADO

| Uds. | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 8.712 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x240 mm$^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 5,46 | 47.567,52 |
| 12.318 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x300 mm$^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 6,70 | 82.530,60 |
| 3.438 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x400 mm$^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 9,96 | 34.242,48 |
| 5.859 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de línea subterránea de BT 0,6/1 kV con conductor RZ1 AL (1x500mm$^2$) para interconexión de los inversores con el Cuadro General de Baja Tensión del Centro de Transformación. Para instalación directamente enterrada. Incluso parte proporcional de ensayos. | 12,45 | 72.944,55 |
| 3.314 | ML de cable HEPRZ1 aisl. seco 18/30kV de 1*240 mm2, Al. Suministro e instalación en zanja, incluso cinta de señalización y ensayos. | 12,00 | 39.768,00 |
| 3.186 | ML de cable HEPRZ1 aisl. seco 18/30kV de 1*500mm2, Al. Suministro e instalación en zanja, incluso cinta de señalización y ensayos. | 20,00 | 66.280,00 |
| 30 | Ud. Terminales unipolares para cable 1*240mm$^2$, interiores, atornillables, apantallados, termoretráctiles. | 155,00 | 4.650,00 |
| 12 | Ud. Terminales unipolares para cable 1*500mm2, interiores, atornillables, apantallados, termoretráctiles. | 270,00 | 3.240,00 |
| 2.246 | Metro lineal de cable Cu desnudo 1*50mm$^2$. Suministro, instalación y ensayos, incluso soldadura aluminotérmica. | 5,20 | 11.679,20 |
| 2.169 | Ml. Suministro, tendido y conexionado de cable FO tipo monomodo 9/125 OS2 de 8 fibras. Incluso parte proporcional de ensayos. | 3,00 | 6.507,00 |

**TOTAL Subcapítulo 2.2.1** **10.369.313,93 €**

## 2.2.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 0,8/30 kV

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 7 | Ud. Suministro, montaje y conexionado de Centro de Transformación prefabricado de superficie, incluyendo los siguientes componentes:<br>- Cuadro General de BT donde se conectarán todas las líneas de BT provenientes de los 20 inversores de string.<br>- Puentes de BT entre CGBT y transformador de potencia.<br>- Transformador de potencia de 7 MVA 0,8/30kV.<br>- Puentes de MT entre transformador de potencia y conjunto de celdas de MT.<br>- Celdas MT 1L1P (entrada de línea con seccionador y seccionador de tierra + posición de transformador con interruptor automático con protección 50-51 y 50N-51N y seccionador de tierra).<br>- instalación de alumbrado interior, placas, banqueta, pértiga y primeros auxilios. | 90.000,00 | 630.000,00 |

**TOTAL Subcapítulo 2.2.2.** **630.000,00 €**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org/cvd
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133302
VISADO

### 2.2.3 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 2 | Ud. Suministro, montaje y conexionado y puesta en marcha de estación solarimétrica que, al menos, dispondrá de los siguientes sensores:<br>- Piranómetro.<br>- Anemómetro de cazoletas y veleta.<br>- Sonda de temperatura en superficie de módulo.<br>- Pluviómetro.<br>- Sensor combinado de temperatura ambiente, presión y humedad relativa del aire.<br>- Sensor de ensuciamiento. | 25.000,00 | 50.000,00 |

| | |
|---|---|
| TOTAL Capítulo 2.2.3. | 50.000,00 € |

| | |
|---|---|
| TOTAL CAPÍTULO 2.2 | 11.049.313,93 € |

| | |
|---|---|
| TOTAL CAPÍTULO 2 | 11.756.053,23 € |

## 3 COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 1 | Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo | 60.983,32 | 60.983,32 |

| | |
|---|---|
| TOTAL CAPÍTULO 3 | 60.983,32 € |

## 4 GESTIÓN DE RESIDUOS

| Uds | Concepto | Precio Unitario Euros | Total Euros |
|---|---|---|---|
| 1 | Gestión de residuos peligrosos y no peligrosos. | 24.771,92 | 24.771,92 |

| | |
|---|---|
| TOTAL CAPÍTULO 4 | 24.771,92 € |

| | |
|---|---|
| **TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** | **35.200.732,44 EUR** |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00013302
VISADO

11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
Firmado digitalmente por 11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
DN: cn=11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007), c=ES, o=ALCORNOQUE SOLAR SL, email=GAC@GRUPOIBEREOLICA.COM
Fecha: 2026.04.15 17:19:00 +02'00'

ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
Firmado digitalmente por ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
DN: cn=ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D, c=ES
Fecha: 2026.04.15 16:40:11 +02'00'

**LA PROPIEDAD:**
**ALCORNOQUE SOLAR S.L.U.**

**Fdo.: D. Gregorio Álvarez Cabreros**
**Ingeniero Técnico Industrial**
**Nº de Colegiado:13.302**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# DOCUMENTO Nº5

## PLIEGO DE CONDICIONES

# INDICE


**1 OBJETO 3**

**2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES 4**

2.1 CÓDIGOS Y NORMAS ..... 4
*2.1.1 Trazado de caminos y obra civil ..... 5*
*2.1.2 Seguridad y salud en el trabajo ..... 6*
*2.1.3 Normativa autonómica ..... 7*

2.2 DISPOSICIONES GENERALES ..... 9
*2.2.1 Documentación del proyecto ..... 9*
*2.2.2 Presentación del Proyecto ..... 9*
*2.2.3 Alcance ..... 10*
*2.2.4 Obligaciones del contratista ..... 14*
*2.2.5 Orden de los trabajos ..... 15*
*2.2.6 Replanteo de la obra ..... 15*
*2.2.7 Subcontrataciones ..... 16*
*2.2.8 Comienzo de las obras ..... 16*
*2.2.9 Representación ..... 16*
*2.2.10 Suministros y equipos auxiliares ..... 17*
*2.2.11 Control de materiales y equipos ..... 17*
*2.2.12 Obligaciones de carácter laboral, en materia de seguridad y salud laboral, medioambiente y prevención de riesgos ..... 18*
*2.2.13 Construcción y montaje ..... 19*
*2.2.14 Medición y abono de las obras ..... 19*
*2.2.15 Herramientas e instrumentación ..... 21*
*2.2.16 Control de calidad ..... 21*
*2.2.17 Ensayos ..... 23*
*2.2.18 Plazo de ejecución ..... 23*
*2.2.19 Pruebas finales ..... 23*
*2.2.20 Puesta en Marcha ..... 24*
*2.2.21 Recepción provisional ..... 25*
*2.2.22 Recepción definitiva o global ..... 25*
*2.2.23 Aceptación de la obra y período de garantía ..... 25*
*2.2.24 Impuestos, gastos, permisos y licencias ..... 26*

**3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 27**

3.1 GENERALIDADES ..... 27

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS ..... 27
*3.2.1 Accesos y viales ..... 28*
*3.2.2 Plataformas de montaje ..... 31*
*3.2.3 Cimentación de aerogeneradores ..... 33*
*3.2.4 Zanjas y canalizaciones eléctricas del sistema colector ..... 33*
*3.2.5 Edificio y de control ..... 36*

3.3 EQUIPOS PRINCIPALES ..... 38
*3.3.1 Generador eólico ..... 38*
*3.3.2 Generador fotovoltaico ..... 39*
*3.3.3 Seguidores ..... 40*
*3.3.4 Inversores de string ..... 41*
*3.3.5 Celdas de media tensión ..... 42*


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS. Colegiado nº 09133.02

*3.3.6 Transformadores (Centro de transformación fotovoltaico)....43*
*3.3.7 Cableado....45*

**4 RESTAURACIÓN MEDIOAMBIENTAL 55**

**5 PROTECCIONES Y MEDIDA 56**

5.1 PUESTA A TIERRA....56
*5.1.1 Normas aplicables....56*
*5.1.2 Ensayos....56*
*5.1.3 Componentes no recogidos en este pliego de condiciones....57*

**6 CARÁCTER DE ESTE CONTRATO 58**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 1 OBJETO

El objeto del presente documento es definir los requisitos, características técnicas y normativa a tener en cuenta para la construcción y puesta en servicio de las obras e instalaciones correspondientes a Proyecto Híbrido, formado por un parque eólico y una planta fotovoltaica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

## 2.1 CÓDIGOS Y NORMAS

Además de la normativa legal vigente de obligado cumplimiento, serán de aplicación los códigos y normas en vigor, en su última edición, que se citan:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC- RAT 01 a 23.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera en el sistema eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Julio 2011).
- Orden ETU/360/2018, de 6 de abril, por la que se establecen los valores de la retribución a la operación correspondientes al primer semestre natural del año 2018 y por la que se aprueba una instalación tipo y se establecen sus correspondientes parámetros retributivos, aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 03302
VISADO

- Orden ETU/130/2017, de 17 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden de 10 de marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002), ver las Instrucciones Complementarias ITC 40 y la Nota de Interpretación Técnica de la equivalencia de la separación Galvánica de la Conexión de Instalaciones generadoras en Baja Tensión.
- Norma UNE 157701:2006, especialmente su Anexo A, sobre estructura de un proyecto de instalación eléctrica de Baja Tensión.
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Punto de Medida.
- Real Decreto 133/2008, de 12 de junio, por el que se regula la evaluación de incidencia ambiental.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, del ministerio de Industria, Energía y turismo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004 de 03 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.
- Normas Municipales para este tipo de instalaciones.

### 2.1.1 TRAZADO DE CAMINOS Y OBRA CIVIL

- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Real Decreto 470/2021, del 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 956/2008. Instrucción para recepción de cementos RC-08
- Orden FOM/185/2017, de 10 de febrero, por la que modifican la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras y la Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 0013302

Instrucción de Carreteras.

- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de carreteras.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado (Instrucción 8.3- IC Señalización de obra).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3), según Orden del Ministerio de Obras Públicas, de 2 de julio de 1976.
- Ley 34/2007 de 15 de noviembre CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA
- Recomendaciones para el diseño de intersecciones.
- Normas UNE.
- Eurocódigos.

### 2.1.2 SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

- Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:
- Ley 35/2014, de 26 de diciembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social en relación con el régimen jurídico de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto-ley 8/2019, de 8 de marzo, de medidas urgentes de protección social y de lucha contra la precariedad laboral en la jornada de trabajo.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 901302

salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que pueda afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

El CONTRATISTA deberá tomar las máximas precauciones para proteger a personas, animales y cosas de los peligros procedentes de los trabajos, asimismo el CONTRATISTA mantendrá una póliza de seguros que proteja a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños o responsabilidad civil, en las que pudiera incurrir para con el CONTRATISTA o para con terceros.

Además, se tendrá en cuenta todo lo especificado en el documento adjunto en este proyecto “Estudio de Seguridad y Salud” a la hora de llevar a cabo las actividades necesarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001338
VISADO

### 2.1.3 NORMATIVA AUTONÓMICA

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y Ley 6/2014, de 12 de septiembre, de Industria de Castilla y León.
- Real Decreto 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del Registro Integrado Industrial y Decreto 17/2021, de 26 de agosto, por el que se regula el Registro Industrial de Castilla y León y las responsabilidades de los agentes en materia de seguridad industrial.

- Decreto 46/2022, de 24 de noviembre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones eléctricas en Castilla y León.
- Ley 2/2006, de 3 de mayo de la Hacienda y el Sector Público de la Comunidad de Castilla y León.
- Ley 1/2012, de 28 de febrero, de Medidas Tributarias, Administrativas y Financieras.
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.2 DISPOSICIONES GENERALES

### 2.2.1 DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

Los distintos documentos que forman el proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una obra que venga indicada en unos planos y no aparezca en otros deberá ser ejecutada por EL CONTRATISTA, previa consulta a la DIRECCIÓN FACULTATIVA, sin indemnización alguna.

Se aplica el mismo criterio a los materiales y trabajos accesorios no indicados en los documentos, o a las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo en el espíritu o intención y que por uso y costumbre son generalmente admitidos como necesarios para la ejecución normal de una obra.

La propiedad se reserva el derecho a introducir modificaciones en los planos de la adjudicación, facilitando para ello los croquis necesarios. Estas modificaciones no suponen variación del precio salvo que impliquen un cambio que en la documentación de contrata no se podía prever.

Independientemente de la que se fije en el contrato "Llave en Mano", se entregará como mínimo la siguiente documentación:

- Ingeniería de detalle y cálculos justificativos en caso necesario, la cual se irá enviando previamente a la Propiedad antes de la fabricación, para comentarios.
- Clasificado y recogida de documentación de los suministros, en la última revisión.
- Estudio de ajuste de protecciones, selectividad, etc.
- Protocolos de control de calidad de los diversos suministros, instalación etc., con los procedimientos de control de calidad necesarios en cada caso.
- Actualización de toda la documentación, como realmente ha quedado la instalación, AS-BUILT.
- Confección y entrega de cuatro manuales de operación y mantenimiento de la instalación, incluyendo toda la información generada, catálogos, etc.
- Listas de repuestos recomendados para 10 años de funcionamiento.
- Gestiones ante la Empresa Eléctrica e Industria en caso necesario.
- Elaboración y firma del certificado final de obra y boletines de instalador en caso necesario.
- Las tasas y listados serán a cargo de la Propiedad, mediante la presentación de los justificantes.
- Entrega de copia en soporte informático en los formatos que indique la propiedad de Manuales, esquemas, planos, programas informáticos utilizados, así como los desarrollos de las programaciones de equipos, etc.

### 2.2.2 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El Subcontratista deberá realizar la presentación del proyecto utilizando los procedimientos informáticos citados a continuación:

- El dibujo y rotulación de los planos se realizará con la ayuda de un sistema informatizado (CAD) compatible con un ordenador personal (PC). El software será AUTOCAD de Autodesk.
- Todos los trabajos de delineación de planos y esquemas del proyecto en soporte informático, se realizarán de acuerdo con lo indicado por LA PROPIEDAD.
- Todo el trabajo de mecanografía se realizará mediante la ayuda de un ordenador PC utilizando el procesador de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

textos Word para WINDOWS; Cuando sea necesario utilizar una hoja de cálculo se realizará Excel para WINDOWS y además de las copias solicitadas, se entregará el soporte magnético de esta información en CD-ROM.

Durante la realización del proyecto el Subcontratista deberá entregar a La propiedad como mínimo tres (3) copias de las diversas ediciones de la documentación que generase.

Una vez concluida la instalación y antes de la recepción provisional, se realizará la edición "as-built" de todo el proyecto. De esta edición se entregarán tres copias en papel de la totalidad de los documentos y dos copias en soporte informático en CD-ROM. Se incluirá como mínimo:

- Memoria descriptiva detallada.
- Cálculos justificativos.
- Prescripciones técnicas de ejecución.
- Lista de materiales
- Colección de planos en edición as-built.
- Documentos de Control de Calidad. Deberán entregar una copia de la misma a medida que se realicen los controles de calidad solicitados en este Pliego.
- Cumplimentación de los protocolos de Puesta en marcha normalizados, suministrados por el Comprador, si los hubiere, o los protocolos alternativos presentados por el Subcontratista.
- Manual de operación y mantenimiento de la instalación.

Toda esta documentación se encuadernará debidamente clasificada en archivadores.

### 2.2.3 ALCANCE

El CONTRATISTA realizará todo el trabajo e inspección, preparará los planos, informes, cálculos y registros, proveerá todos los materiales, permisos, suministros, herramientas, equipos de construcción, instalaciones temporales y todos aquellos artículos consumibles requeridos para el diseño, la construcción suministro, transporte, montaje y puesta a punto y en servicio de la construcción, indicados en especificaciones.

Todos los elementos necesarios para el funcionamiento y control de las instalaciones del suministro, aunque el Contratista los hubiese omitido en su proyecto por error u olvido, se considerarán incluidos y por lo tanto exigirá su construcción a cargo del Contratista. Será responsabilidad del Contratista el análisis de la documentación entregada para adecuarla a la normativa vigente y a los condicionantes normales de ingeniería, así como la toma de mediciones si lo considera necesario para la preparación de la oferta.

El suministro deberá satisfacer la mejor y moderna práctica corriente en ingeniería. Se emplearán materiales de primera calidad de las marcas de prestigio tanto nacionales como extranjeras. LA PROPIEDAD ha elegido las marcas a instalar por el Contratista y su empleo será obligado.

Las instalaciones deberán reunir las condiciones máximas de seguridad en cuanto a incendios, inundaciones, distancias reglamentarias, tensiones de paso y contacto en caso de defectos a tierra, etc.

Se dispondrán todos los dispositivos de protección necesarios respetando íntegramente las normativas legales vigentes, que serán de obligado cumplimiento.

Para la realización del proyecto, fabricación de los equipos y materiales, montaje, pruebas y puesta en servicio de la instalación, LA PROPIEDAD facilitará al subcontratista los estándares de ingeniería a aplicar, o en su defecto los criterios funcionales de la instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 8013302

### 2.2.3.1 EDIFICIO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

#### 2.2.3.1.1 Proyecto de construcción. Ingeniería de detalle

Toda la documentación debe ser creada, y tratada con los estándares establecidos por LA PROPIEDAD. El proyecto incluirá, a criterio y petición de LA PROPIEDAD, todos aquellos documentos descriptivos (memoria) y cálculos justificativos (esfuerzos, secciones de cables, efecto corona, etc.) de todos los elementos e instalaciones proyectados por el Contratista.

Se detallan a continuación los condicionantes técnicos y constructivos a tener en cuenta para la realización de la ingeniería de detalle de la instalación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en: https://sede.electronica.madrid.org/validarDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 801302
VISADO

Terreno

Para conseguir una superficie horizontal se llevarán a cabo los movimientos de tierra que sean necesarios, a fin de conseguir:

- Superficie nivelada y compactada.
- Capacidad de carga mínima de 2 kg/cm$^2$.

Antes de iniciar el proyecto de construcción se realizará un estudio geotécnico y una medida de resistividades, incluidos dentro del alcance del suministro. El resultado de estos estudios puede influir en la construcción de las obras e instalaciones.

Explanación y relleno

El proyecto de explanación estará compuesto por planos topográficos de la situación actual del terreno (plantas y perfiles) con los cuales se puedan definir con exactitud todos los volúmenes tanto de excavación como de rellenos necesarios para efectuar la explanación.

La explanación se proyectará de forma tal que la cota definitiva, si las condiciones topográficas del terreno lo permiten, sea la adecuada para que las tierras procedentes de la excavación permitan compensar al máximo las zonas de relleno.

La cota "0" de la explanación será una superficie totalmente nivelada y a una altura suficiente que impida la entrada de agua procedente del exterior a través de los accesos al parque.

El material de préstamo estará compuesto a base de zahorras naturales o artificiales. Los rellenos se realizarán por tongadas, que se extenderán tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación, siendo de 0,3 m el espesor máximo por tongada.

Una vez extendido el material se procederá a su compactación hasta alcanzar una densidad igual o superior al 95 % de la máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado, procediéndose si es preciso a su humectación o desecación para obtener la densidad exigida.

Desagües y Drenajes

Se estudiará un sistema de desagües y drenajes de aguas pluviales, formada por tubo drena envuelto en arena gruesa con la capacidad suficiente para evacuar las aguas pluviales que resulten de la aplicación de la norma del MOPU instrucción 5.1 - IC para drenajes según la zona pluviométrica en la que esté ubicada la instalación.

El proyecto de desagües y drenajes quedará definido por los planos siguientes:

- Planta general con acotación de ejes de todas las canalizaciones indicando pendientes, cotas de profundidad, diámetros, situación de arquetas, conexiones y puntos de evacuación al exterior.

- Detalles de arquetas, secciones de drenajes, tuberías, etc.
- Situación de desagües y drenajes respecto a las cimentaciones, canales cables, zanjas malla de tierras, cimentaciones y edificios de forma que no haya interferencias.

## Vallado del recinto

Todo el recinto destinado a la planta fotovoltaica estará protegido por un vallado con las puertas necesarias para la explotación de la instalación.

Relación de planos de vallado:

- Planta general con acotación de todo el perímetro de la valla.
- Detalle constructivo del vallado.
- Detalles constructivos de las puertas de acceso.

## Instalaciones eléctricas M.T.

Se realizarán todos los planos necesarios tanto generales como de detalle y de montaje para la correcta realización de la instalación, comprendiendo entre otros:

- Plano de emplazamiento. (Escala 1:50.000)
- Plano de situación. (Escala 1:2.000 ó 1:500)
- Esquemas unifilares.
- Planta y secciones generales de la instalación en la que figuren todos los elementos de obra civil, de edificios, zanjas de control, etc.
- Plantas y secciones generales y de detalle.
- Planos de montaje de todos los aparatos.
- Planos de detalle de cadenas de amarre y suspensión.
- Tablas de tenses y flechas a distintas temperaturas.
- Listas de materiales.

## Sistema de puesta a tierra

El Edificio Eléctrico y de Control dispondrá de una instalación de tierra única. A esta instalación se conectarán los siguientes elementos:

- Todas las estructuras metálicas de la instalación
- Partes metálicas sin tensión del aparellaje
- Los secundarios de los transformadores de medida
- Columnas de alumbrado.

El subcontratista diseñará la puesta a tierra global de la instalación. Para ello realizará sobre el terreno los estudios necesarios.

Las conexiones bajo la tierra se realizarán mediante soldadura Cadwell de alto punto de fusión. Se ha elegido este tipo de conexión por su carácter inaccesible sin merma en las características de continuidad con respecto a las piezas de conexión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Las uniones con la red de tierras en los soportes se realizarán mediante piezas adecuadas, fijadas por medio de tornillos, mediante cable aislado.

El proyecto incluirá cálculos justificativos comprendiendo entre otros:

- Red de tierras inferiores
- Protección contra descargas atmosféricas

Se realizarán todos los planos necesarios tanto generales como de detalle y de montaje para la correcta realización de la instalación, comprendiendo entre otros:

- Plano acotado de la malla general de tierras.
- Detalles de conexiones entre la malla general de tierras y el equipo eléctrico.
- Listas de materiales.
- Planos de situación de piezas a conexión y puntos fijos de puesta a tierra.
- Circuito protección contra descargas atmosféricas.

## Alumbrado y pequeña fuerza.

Se realizarán todos los planos y esquemas necesarios para la correcta realización de la instalación, comprendiendo entre otros:

- Lista de materiales
- Esquema unifilar general.
- Esquemas unifilares parciales.
- Esquema de conexionado del cuadro de protección y maniobra.
- Planta y secciones de la distribución de los equipos.
- Trazado de circuitos, mecanismos y luminarias.

## Proyecto de control y protección

Deberá realizarse el proyecto de control, mando, protección, medida y servicios auxiliares. Este proyecto estará formado como mínimo por la siguiente documentación:

- Esquema unifilar general.
- Esquema unifilar general con protecciones y automatismos.
- Esquemas fundamentales o desarrollados de todos los circuitos secundarios de TT/I, de TT/T, de corriente continua y de corriente alterna.
- Dibujos acotados de los frentes de los cuadros de mando, servicios auxiliares, protección y cajas o armarios colectores y planos de detalle de la construcción de la carpintería metálica.
- Esquemas de cableado de los cuadros de mando, protección y auxiliares.
- Esquemas de cableado de los armarios, cajas colectoras y aparamenta de las celdas de media tensión.
- Plantas con la situación de los elementos de control y protección y las conducciones de los cables de control.
- Planos de conducciones y listados de cables de control indicando su recorrido por la instalación.
- Listas de cables a instalar indicando su identificación, tipo de cable, longitud, función y elementos que interconecta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

- Lista de materiales a instalar indicando su identificación, proveedor, situación y cantidad.

En la realización del proyecto de control se tendrá en cuenta la captación de señales para su incorporación al sistema SCADA a instalar.

Obra civil y estructuras

El proyecto incluirá los siguientes cálculos justificativos, comprendiendo entre otros:

- Cimentaciones y estructuras de la edificación.
- Otros elementos estructurales.
- Solución, hipótesis de cálculos de la adaptación de las soluciones a las condiciones del terreno o existentes cuando proceda, en este caso se utilizarán el Código Técnico de la Edificación y el Código Estructural.
- Planos.
- Lista de mediciones de obra civil, con indicación de las calidades de los materiales.
- Lista de materiales de estructura.

Cimentaciones para soportes y estructura

Se preverán en las cimentaciones todo tipo de canalización o tubo que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras o los correspondientes a los circuitos de control de las instalaciones.

Relación de planos:

- Planta general con acotación referida a los ejes de todas las cimentaciones.
- Detalle de cada una de las cimentaciones con dimensiones, con referencia a su situación en la planta general.
- Detalles de entubados y conexiones con arquetas y canales de cables.

### 2.2.4 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Reconoce asimismo haber visitado el emplazamiento, haberse dado cuenta de su accesibilidad, condiciones de ejecución, etc. habiendo valorado los trabajos a realizar. Por consiguiente, no se admitirán reclamaciones por parte del CONTRATISTA por la omisión o error en los planos o por no haber interpretado el sentido de las estipulaciones, teniendo en cuenta que las cifras y cantidades que se indican se dan tan sólo a título de información.

Si a juicio de la DIRECCIÓN FACULTATIVA hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el CONTRATISTA la obligación de demolerla y volvería a ejecutar tantas veces como sea necesario, no dándole motivo estos trabajos de pedir indemnizaciones de ninguna clase.

EL CONTRATISTA no podrá hacer ningún trabajo que suponga un suplemento de gastos sin autorización escrita de LA DIRECCIÓN FACULTATIVA y, en caso de utilizar materiales de calidades y precios superiores a los estipulados, serán de su cargo.

El Contratista se obliga a entregar la obra completamente terminada, suministrando los materiales y servicios auxiliares necesarios. Las herramientas y el material sobrante serán retirados por el Contratista en el plazo de dos (2) meses, una vez terminada la obra, dejando el terreno totalmente limpio y expedito para la continuación del resto de la obra o para su entrega. La Propiedad podrá, previo aviso al Contratista, proceder a su retirada, pasando el correspondiente cargo, si transcurrida una (1) semana después de haber expirado el plazo no se hubiese realizado este trabajo.

La Propiedad facilitará un lugar adecuado para montar las instalaciones provisionales propias del Contratista necesarias para la ejecución de los trabajos dentro del recinto de la obra, instalaciones que corren por cuenta de éste en todo caso, así como su instalación y desmontaje.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

Los materiales empleados en la obra serán precisamente los especificados en las Condiciones Técnicas de este documento y, en su defecto, y por este orden, en el Proyecto o petición de oferta al Contratista.

El Contratista efectuará su programa de acopio de materiales en obra con antelación suficiente, para que ésta no sufra entorpecimiento alguno en su desarrollo. Este programa deberá ser aprobado por la Propiedad o sus representantes y debe ser puesto al día y remitido a ésta mensualmente.

La Propiedad, tendrá libre acceso a los talleres y almacenes (propios o de terceros) en los que el Contratista estuviere efectuando trabajos, o guardara materiales, afectos a las obras objeto de este documento.

La ejecución de los trabajos se ajustará en todo momento a las disposiciones oficiales vigentes relacionadas con ellos, y se adaptará, incluso, a las variaciones que puedan producirse durante su desarrollo.

Para la ejecución del programa de montaje, EL CONTRATISTA deberá tener siempre en la obra el número de operarios adecuado a los trabajos que se estén realizando. El personal será el adecuado para cada trabajo, estando especialmente preparado para el mismo y desarrollándolo en armonía con los demás para la buena consecución del programa.

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el CONTRATISTA será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la ejecución, siendo de su riesgo e independiente de la inspección del técnico. Asimismo, será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran.

El Contratista se obliga a cumplir todas las instrucciones y exigencias de la Propiedad en la ejecución de los trabajos recogidos en especificaciones y la calidad de los materiales, recogidos en especificaciones y, caso de que surjan diferencias, éstas se resolverán según el criterio que al respecto sostenga la Propiedad, que el Contratista aceptará necesariamente.

La obra se realizará a riesgo y ventura del Contratista. Por tanto, incluso los daños causados a terceros o sus propiedades, o las reclamaciones de éstos, serán de su exclusiva responsabilidad.

El Contratista será el único responsable de las reclamaciones de cualquier tercero por los materiales que haya adquirido y suministrado, aunque estén incorporados a la obra.

El Contratista se obliga a tener cubiertos los riesgos que se especifican en las Condiciones Técnicas con Compañías aseguradoras que gocen de la aprobación de la Propiedad. Antes del inicio de los trabajos el Contratista entregará un Certificado que garantice la cobertura de tales riesgos, quedando obligado a acreditar, en cualquier momento que se requiera, la vigencia de las pólizas, exhibiendo los recibos de pago correspondientes.

Todos los impuestos sobre los objetos a suministrar, mano de obra y accesorios irán a cargo del contratista.

### 2.2.5 ORDEN DE LOS TRABAJOS

La DIRECCIÓN FACULTATIVA dispondrá el orden en que deberán realizarse las obras y a la vista de las incidencias que puedan presentarse, introducir las modificaciones y adecuaciones que considere necesarias para la correcta ejecución de las mismas, siempre y cuando los materiales y unidades de obra se ajusten a lo establecido.

### 2.2.6 REPLANTEO DE LA OBRA

La DIRECCIÓN FACULTATIVA deberá realizar un replanteo de las obras una vez entregado el proyecto al CONTRATISTA y antes del comienzo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares.

Una vez finalizado el replanteo, se levantará Acta, firmada por la PROPIEDAD, La DIRECCIÓN FACULTATIVA y el CONTRATISTA y hará entrega de una copia a cada parte.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133[illegible]
VISADO

Los gastos derivados de las operaciones de replanteo las asumirá por completo CONTRATISTA.

### 2.2.7 SUBCONTRATACIONES

Salvo que el contrato disponga lo contrario, el contratista podrá subcontratar determinadas unidades de obra, siguiendo siempre los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, con el fin de que aquél lo autorice previamente.
- En cualquier caso, la Propiedad no se vinculará en absoluto, ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y cualquier subcontratista. Dichas subcontrataciones no eximirán al CONTRATISTA de ninguna de sus obligaciones respecto al CONTRATANTE.

La subcontratación deberá ser autorizada previamente por la parte CONTRATANTE.

La Propiedad se reserva el derecho de reducir, en cualquier momento, el volumen de obra o el número de unidades previstas. El Contratista viene obligado a aceptar, a los precios convenidos o proporcionalmente a ellos, las ampliaciones, modificaciones o reducciones del objeto del Contrato, siempre que las mismas no representen, en conjunto, un aumento o una disminución de más del 20% del importe del Contrato. El nuevo plazo de ejecución se establecerá de común acuerdo entre ambas partes, a propuesta razonada del Contratista; y si dicho acuerdo no se lograre, se modificará el fijado inicialmente en proporción al aumento o disminución del precio del Contrato.

Toda ampliación, reducción o modificación de las obras proyectadas, de los plazos de ejecución y de los materiales a emplear, deberá figurar por escrito.

El Contratista no podrá subcontratar, ceder, transmitir, ni gravar, ni en todo ni en parte, bajo ningún título ni concepto, sus obligaciones y derechos de cualquier naturaleza dimanantes del Contrato, incluidos los derechos de crédito, salvo autorización previa y fehaciente por parte de la Propiedad.

La formalización de cualquier subcontrato autorizado por la Propiedad no exime al Contratista de ninguna de sus obligaciones, y responderán tanto el Contratista como el Subcontratista solidariamente frente a la Propiedad y a cualquier tercero, de las obligaciones asumidas por el Contratista. Cualquier modificación en el alcance de las obras o en los costes incurridos por cualquier causa que el Contratista pretenda reclamar, será comunicada a la Propiedad que comunicará al Contratista después de su estudio, su postura frente a la reclamación presentada.

### 2.2.8 COMIENZO DE LAS OBRAS

Las obras se iniciarán dentro de los treinta días siguientes a la adjudicación, salvo en caso de que el CONTRATISTA indique como resultado el mismo que debe modificar el programa de trabajo incluido en su oferta. En este caso una vez aprobado el programa de trabajo, las obras deben iniciarse dentro de los dos días siguientes a la aprobación del programa de trabajo definitivo.

### 2.2.9 REPRESENTACIÓN

Durante la ejecución de los trabajos correspondientes al suministro, el Contratista nombrará un representante con facultades suficientes para recibir y ejecutar con plena responsabilidad cuantas órdenes e indicaciones le haga la Propiedad. Este representante deberá estar disponible siempre que ésta lo requiera.

Este representante no podrá sustituirse durante el desarrollo de los trabajos, sin la autorización previa, por escrito, de la Propiedad. El Contratista deberá sustituir a su representante, si así lo requiere la Propiedad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

### 2.2.10 SUMINISTROS Y EQUIPOS AUXILIARES

El CONTRATISTA será el encargado de suministrar tanto el agua cómo la energía eléctrica necesarias, tanto para la ejecución de las obras cómo para uso del personal.

El CONTRATISTA será el encargado de construir, instalar y retirar todos los equipos auxiliares y sanitarios necesarios para la ejecución de la obra.

Prestaciones en la obra a cargo del Contratista:

- Energía eléctrica.
- Suministro de agua.
- Grúas para descarga y montaje.
- Servicio médico.
- Se responsabilizará del suministro, almacenamiento y conservación de equipos y materiales, desde su llegada a obra hasta la terminación.
- Se comprometerá a desarrollar las operaciones de gestión medioambiental que corresponden a sus actividades.
- La superficie asignada al Contratista para instalaciones provisionales, se acordará en obra.
- Oficina en obra para el Coordinador de Seguridad y Salud, y Dirección Facultativa.

### 2.2.11 CONTROL DE MATERIALES Y EQUIPOS

- El suministro de todos los materiales y equipos a montar, salvo indicación en contra, será por cuenta del CONTRATISTA.
- Será responsabilidad del Contratista hacer los contratos de materiales necesarios, su pago, gestiones con transportistas, reclamaciones por pérdidas o daños en el transporte y el pago de los fletes.
- Todos los equipos y materiales deberán estar homologados por lo que el Contratista presentará las hojas de datos garantizados del fabricante que lo atestigüen indicando a su vez a qué especificaciones se corresponden y en qué difieren, si procede, respecto de las mismas.
- Se requerirá a los fabricantes copia de la certificación de sus equipos, y se presentará a la Propiedad.
- Cualquier modificación de los equipos y materiales a suministrar, así como servicios subcontratados por parte del Contratista debe contar con la aprobación de la Propiedad.
- Los materiales empleados en la instalación serán facilitados por el contratista, siempre que no se especifique lo contrario en el pliego de condiciones técnicas.
- Se empleará siempre materiales nuevos y de primera calidad y serán propuestos a la Dirección de obra que los aprobará previamente a su utilización.
- Los cables instalados serán los que figuren en el proyecto y deberán estar de acuerdo con las recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.
- El CONTRATISTA será responsable de los materiales y equipos, incluyendo el personal y MEDIOS necesarios para las actividades de recepción en fábrica y en obra, almacenamiento, conservación, manipulación y transporte hasta el lugar de montaje y el mantenimiento necesario después del montaje, hasta la entrega final a la DIRECCIÓN FACULTATIVA.
- EL CONTRATISTA deberá reparar satisfactoriamente, o reponer, todos los materiales y equipos que resulten dañados o inutilizados como consecuencia de una inadecuada o incompleta realización de tales actividades.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- La DIRECCIÓN FACULTATIVA tendrá acceso y podrá ejercer su supervisión sobre todas las actividades relacionadas con la fabricación, el almacenamiento, manipulación y mantenimiento de equipos y materiales teniendo la potestad de rechazar los materiales que no se ajusten, a su juicio, a la calidad especificada.
- En el Plan de Calidad de la obra, el CONTRATISTA establecerá el correspondiente procedimiento general de almacenamiento, manipulación y mantenimiento, en el que se contemplarán tanto los aspectos técnicos como de funcionamiento del almacén, con la definición completa del proceso a seguir, las condiciones técnicas y las responsabilidades para cada una de las actividades.
- Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este pliego de condiciones.
- Los materiales de aportación deberán ser almacenados en un área acondicionada, libre de humedad y temperatura adecuada.

Suministro de equipos del edificio

Dentro del alcance de la oferta el Contratista incluirá todos aquellos equipos, aparamenta de media y baja tensión, estructuras, equipos de protección, cuadros, equipos de servicios auxiliares, baterías de corriente continua, bastidores de relés, cuadros de control, equipos de medida, material auxiliar, cables de fuerza y control, consumibles, etc., necesarios para la construcción de la instalación según el proyecto aprobado por La propiedad y desarrollado por el Contratista.

El Contratista será responsable de su suministro, transporte, instalación, conexionado y pruebas, así como de presentar a simple requerimiento de La propiedad toda la documentación necesaria referente al suministro (ensayos, documentación técnica, manuales de operación y mantenimiento, etc.). Además, el Contratista deberá justificar debidamente la elección de los componentes propuestos.

El Contratista elegirá fabricantes implantados y contrastados en el mercado español. En cualquier caso la adjudicación definitiva de cualquier equipo estará supeditada a la aprobación de LA PROPIEDAD, sin que esto redunde en aumento del precio del suministro.

### 2.2.12 OBLIGACIONES DE CARÁCTER LABORAL, EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL, MEDIOAMBIENTE Y PREVENCIÓN DE RIESGOS

Todos los trabajos deberán realizarse de acuerdo al Plan de Seguridad e Higiene que el Contratista elaborará y presentará para su aprobación por la Propiedad, antes del comienzo de los trabajos.

El Contratista es conocedor y se obliga al cumplimiento de todas las disposiciones legales de carácter oficial y privado, (Propiedad), en materia de Seguridad y Salud Laboral, responsabilizándose de la puesta en práctica de las mismas, así como, entre otros, del nombramiento del vigilante de seguridad (en caso de ser necesario) y de la dotación a su personal de los equipos de protección, individuales y colectivos, que sean necesarios en cada caso, siendo el único responsable de las consecuencias que se deriven de su incumplimiento.

Igualmente será de su entera responsabilidad montar y mantener debidamente instaladas las vallas de protección, señales ópticas y luminosas, etc., cuando lo requiera la obra que ejecute.

El Contratista aceptará las observaciones de la Propiedad en materia de Seguridad y Salud Laboral, obligándose a corregir a su cargo las deficiencias que se le indiquen utilizando los medios adecuados, sin que ello pueda suponer descargo alguno para el Contratista en caso de accidente, cuya responsabilidad incumbirá exclusivamente al mismo.

El Contratista es exclusivamente responsable de cuantos riesgos y responsabilidades medioambientales de toda índole le correspondan hasta la entrega definitiva de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

La gestión de residuos generados en los trabajos será realizada por el Contratista de acuerdo al procedimiento del Estudio de Gestión de Residuos.

El Contratista se compromete expresamente al fiel acatamiento de lo regulado en la vigente legislación en materia de Prevención de Riesgos Laborales, debiendo velar por el cumplimiento de la referida normativa.

En concreto, el Contratista se obliga y garantiza a la Propiedad, a disponer de una Evaluación Inicial de Riesgos, a suministrar a sus trabajadores la información necesaria relativa a los Riesgos para la Seguridad y la Salud de los trabajadores en Materia Preventiva, así como en Primeros Auxilios y Socorrismo, a disponer en la obra de los medios necesarios para la evacuación de los posibles accidentados (botiquín, medio de locomoción, información de centros asistenciales, teléfonos de urgencia...), y a la realización de los debidos Reconocimientos Médicos de sus trabajadores, así como a la entrega a la Propiedad de los Certificados Médicos cuando lo requiera éste.

Del mismo modo, el Contratista se compromete a que todos sus trabajadores velen por el cumplimiento de las medidas de prevención y seguridad que resulten de aplicación.

### 2.2.13 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

De acuerdo con el proyecto constructivo aprobado por LA PROPIEDAD, el Contratista realizará todas las tareas de coordinación de obra civil y montaje electromecánico necesarias.

Durante todo el transcurso de los trabajos el Contratista tendrá en obra personal especializado en cada una de las partes de la misma (obra civil, montaje, conexionado, pruebas y puesta en marcha) supervisando que los trabajos se realizan según el proyecto constructivo aprobado y se siguen las indicaciones de los responsables de LA PROPIEDAD.

### 2.2.14 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

#### 2.2.14.1 GENERALIDADES

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, peso, superficie, longitud o, simplemente, por el número de unidades, de acuerdo con la definición de unidades de obra que figura en el Presupuesto y se abonarán a los precios señalados en el mismo, o prioritariamente a los que figuren en el contrato con la PROPIEDAD.

En los precios se consideran incluidos:

- Los materiales con todos sus accesorios, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- En su caso, los gastos de personal, combustible, energía, amortización, conservación, etc. de la maquinaria que se prevea utilizar en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificaciones de almacenes y talleres, los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra; los causados por los medios y obras auxiliares, los ensayos de los materiales y los detalles imprevistos que, al ejecutar las obras deben ser utilizados o realizados.
- La medición y abono al CONTRATISTA, de obras ejecutadas, deben referirse a unidades totalmente terminadas, a juicio exclusivo de la DIRECCIÓN FACULTATIVA. Solamente en casos excepcionales, con autorización de la PROPIEDAD se incluirán obras incompletas y acopios de materiales.
- Las unidades de obra que por una mayor facilidad al confeccionar los presupuestos se hayan agrupado para construir un presupuesto parcial, deberán medirse y abonarse individualmente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 04332
VISADO

### 2.2.14.2 CERTIFICACIONES

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se realiza con la periodicidad señalada en el Contrato. Dichas certificaciones contendrán las unidades desglosadas indicando con precisión todos y cada uno de los trabajos realizados durante el periodo a que corresponda dicha certificación.

Serán de cuenta del CONTRATISTA las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido a LA DIRECCIÓN FACULTATIVA oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la DIRECCIÓN FACULTATIVA estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

### 2.2.14.3 PARTIDAS ALZADAS

Las partidas alzadas consignadas, en su caso, en el presupuesto, serán de abono íntegro, salvo que en el título de la partida se indique expresamente que es a justificar, lo que deberá hacerse con precios del Proyecto, siempre que sea posible y, en caso contrario, con precios contradictorios.

El abono íntegro de la partida alzada se producirá cuando hayan sido, completa y satisfactoriamente, ejecutadas todas las obras que en conjunto comprende. En ningún caso podrá exigirse por el CONTRATISTA cantidad suplementaria alguna sobre el importe de la partida alzada.

### 2.2.14.4 EXCAVACIONES

La excavación se medirá por su volumen referido al terreno y no a los productos extraídos.

El precio en $m^3$ de excavación comprende:

- Todas las operaciones necesarias para la ejecución de la excavación, cualquiera que sea la naturaleza del terreno.
- El transporte a vertedero de los productos sobrantes, con independencia de la distancia a que se encuentre y, si es necesario, el extendido o arreglo de los productos vertidos.
- El refino de la superficie de la excavación.
- La limpieza de las calzadas y caminos que hayan resultado ensuciadas por los productos resultantes de la excavación.
- Cuantos medios y obras auxiliares sean precisos, tales como accesos provisionales, entibaciones, desagües, desvío de cauces, extracciones de agua, agotamientos, pasos provisionales, apeos de canalizaciones, protecciones, señales, etc.

No se tendrá en cuenta la profundidad de la excavación cuando no se indique en el precio.

No serán abonables los excesos de excavación que ejecute el Contratista sobre los volúmenes teóricos deducidos de los planos órdenes de la DIRECCIÓN FACULTATIVA y perfiles reales del terreno, ni tampoco los desprendimientos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001530
VISADO

### 2.2.14.5 RELLENOS

El relleno se medirá y abonará por su volumen, referido al terreno y no a los productos sueltos necesarios.

El precio del $m^3$ de relleno comprende todas las operaciones necesarias para formar el relleno con los productos indicados, la compactación o consolidación de los mismos, el refino de la superficie, el transporte a vertedero de los productos no utilizados y cuantos medios y obras auxiliares sean necesarios.

No serán abonables los excesos de rellenos ejecutados por el Contratista sobre volúmenes teóricos deducidos de los planos, órdenes de la DIRECCIÓN FACULTATIVA y perfiles reales del terreno.

### 2.2.14.6 OBRAS NO INCLUIDAS

Cuando sea necesario ejecutar unidades de obra no incluidas en el presente Proyecto, el precio contradictorio correspondiente será calculado, siempre que sea posible, tomando como base los mismos precios de los elementos descompuestos que han servido para formar los que figuran en este Proyecto.

Para estas unidades especificará claramente la forma de medición al convenir el precio contradictorio y, si no es así, se estará a lo admitido en la práctica habitual.

## 2.2.15 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTACIÓN

El CONTRATISTA aportará toda la herramienta e instrumentación necesaria para el tipo de trabajo a realizar.

Se dispondrá en obra de medidores de aislamiento, detectores de faltas de cable enterrado, medidores de parámetros eléctricos, equipos para medición de tierras, tarado de relés y en general toda la herramienta e instrumentación necesaria para la correcta ejecución y puesta en marcha de las instalaciones.

La DIRECCIÓN FACULTATIVA se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas e instrumentación que juzgue inadecuadas.

## 2.2.16 CONTROL DE CALIDAD

Los criterios de control de calidad son los que contempla la normativa vigente y los que el personal de La propiedad o el Director Técnico durante la construcción, establezcan.

El Contratista entregará al Comprador, antes de iniciar la construcción, los certificados y protocolos de ensayos (Certificado de origen en fábrica) de todos los materiales de su aportación.

No obstante, y sin prejuicio de lo anterior, LA PROPIEDAD establece unos criterios mínimos obligatorios que se explicitan a continuación. Estos criterios no permiten en ningún momento, eludir, aminorar o traspasar la responsabilidad del Contratista, ante el Comprador o Estamentos Oficiales.

A continuación, se indican los controles específicos que se deben realizar dependiendo de la instalación:

Control de Calidad del edificio

De forma particular, el Contratista será responsable de la certificación del sistema de puesta a tierra, para ello encargará los ensayos que a continuación se mencionan a una empresa especializada:

- Medida de las tensiones de paso y de contacto, mano – mano y mano – pie, (como mínimo 50 puntos, a criterio del Comprador).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

El sistema a utilizar para ambas medidas será de inyección de corriente y en la medición de tensiones de paso y contacto con un sistema de corrección de cualquier tensión parásita que pueda circular por el terreno o bien inyectando una intensidad del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y en cualquier caso no inferior a 50 A.

- Medida de la continuidad de la red, indicando sección de conductor equivalente, esta medida se efectuará como mínimo entre 10 puntos opuestos a criterio del Comprador.
- Ensayos de calentamiento y onda a los transformadores de potencia. Incluyendo todos los ensayos según norma UNE.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Control de Calidad del cableado

De forma no limitativa se citan a continuación los ensayos a realizar:

### Cable de potencia

Ensayos de origen:

- Comprobación visual del estado de cubiertas y aislamiento e identificación del cable según marcas.
- Ensayos en fábrica según Recomendación UNESA 3305:
  - Ensayo de tensión a frecuencia industrial.
  - Ensayo de descargas parciales.
  - Medida de resistencia del conductor.
  - Medida de la resistencia de la pantalla.
  - Características geométricas.
  - Timbrado de conductores.

Ensayos en obra

- Ensayos del cable en obra (en bobina):
  - Medida de aislamiento.
- Ensayos del cable instalado:
  - Medida de resistencia de aislamiento.
- Ensayo de tensión según UNE 21123.
- Ensayo de continuidad y concordancia de fases.

### Cables de fibra óptica

Ensayos de origen

- Certificados de origen.

Ensayos en obra

- Comprobación visual del estado de cubiertas y/o aislamiento e identificación del cable según marcas.
- Medidas de atenuación.

### 2.2.17 ENSAYOS

Cualquier ensayo, análisis y prueba que deba llevarse a cabo para determinar si un material recibido reúne las condiciones exigidas, será verificado por la DIRECCIÓN FACULTATIVA, o bien, si esta lo considera oportuno, por un Laboratorio Oficial.

### 2.2.18 PLAZO DE EJECUCIÓN

El Contratista deberá presentar un programa de actividades detallado de los trabajos que debe realizar y deberá indicar expresamente en su oferta las desviaciones de este programa con respecto al elaborado por la Propiedad. Si la Propiedad lo considera necesario podrá señalar, dentro del plan de obra, plazos parciales para la ejecución de los trabajos.

Una vez aprobado por la Propiedad el programa elaborado por el Contratista, éste constituirá un documento contractual, por lo que cualquier desviación con respecto al mismo deberá ser aprobada por la Propiedad. Se controlará semanalmente el avance de los trabajos, definiéndose en dicho control las tareas detalladas a realizar en esa semana, y comprobando la realización de las tareas programadas para la semana anterior. Asimismo, el Contratista comunicará a la Propiedad cualquier previsión de incumplimiento del programa previsto a medio plazo.

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, comenzarán a contarse a partir de la fecha de realización del replanteo de las obras, siendo estos plazos de obligado cumplimiento para el CONTRATISTA de manera improrrogable.

No obstante, lo anteriormente citado, los plazos pueden ser modificados cuando los cambios determinados por la DIRECCIÓN FACULTATIVA de la obra y aprobados por la propiedad, influyan realmente en los plazos inicialmente indicados en el contrato.

El incumplimiento, por parte del Contratista, de cualquiera de los plazos fijados en el plan de obra, por causas imputables a él mismo, facultará a la Propiedad para imponerle la penalización fijada en el Contrato.

### 2.2.19 PRUEBAS FINALES

Independientemente de las que se fijen en el contrato “Llave en Mano”, se realizarán como mínimo las siguientes:

- Pruebas parciales y de conjunto con los demás suministradores, hasta la puesta en marcha definitiva de las instalaciones.

Éstas se considerarán satisfactorias cuando:

- ✓ Se consiga el funcionamiento ininterrumpido de la instalación, al menos 15 días en automático, sin incidencias reseñables.
- ✓ Se hayan efectuado los ensayos y medidas contenidas en los pliegos de condiciones.
- ✓ Se hayan elaborado las listas de faltas y plazo de ejecución de las mismas.
- ✓ Se haya realizado la prueba Hi-Pot a tensión nominal en corriente alterna a los equipos de media tensión, exigida por la empresa distribuidora correspondiente.

El cumplimiento de la anterior dará lugar a la firma del correspondiente protocolo de pruebas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0003302

## 2.2.20 PUESTA EN MARCHA

### Puesta en marcha del edificio eléctrico y de control

El Contratista deberá realizar las pruebas y puesta en marcha y en tensión de todos los equipos e instalaciones, basándose en la normativa vigente. Para ello, y de forma previa, realizará un protocolo de pruebas que deberá ser aprobado por La Propiedad antes de su cumplimentación.

De un modo no exhaustivo se describen las principales actividades que deben realizarse antes de la puesta en marcha.

Verificaciones previas a la energización:

- Verificación de los tenses y flechas de las conexiones tensadas.
- Verificación del conexionado de la aparamenta de toda la instalación.
- Verificar el valor nominal de tensión en los equipos y demás características de la aparamenta que sean correctas.
- Comprobación a muestreo del apriete de la tornillería en las conexiones y aparamenta.
- Verificación del ajuste y puesta a punto de los seccionadores:
  - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
  - Mandos locales.
  - Control de la resistencia contacto.
  - Aislamiento
  - Velocidad de apertura – cierre.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los interruptores:
  - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
  - Mandos locales.
  - Control de la resistencia contacto.
  - Aislamiento
  - Velocidad de cierre – apertura.
  - Tiempos de actuación cierre – apertura (bloques de contacto)
  - Sincronismo entre fases y entre los contactos cierre – apertura.
- Verificaciones previas a la energización en armarios y circuitos de control y protección:
- Verificación del conexionado, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- Realizar las pruebas de aislamiento de cada uno de los aparatos.
- Verificar la separación de las polaridades y respecto a tierra (cc y ca)
- Verificar el valor nominal de tensión y demás características sean correctas (aparatos y equipos)
- Comprobación de la ausencia de conexiones sueltas o mal apriete de bornas.
- Comprobar etiquetado de cables.
- Comprobar la puesta a tierra de las pantallas de los cables y su etiquetado (longitud del rabillo de tierra)
- Comprobar la relación de los transformadores auxiliares y su concordancia con la relación elegida (T/T y T/I)
- Comprobación de la polaridad de los transformadores (T/T y T/I).

Instrucciones para la verificación de equipos de medida:

- Determinar que los aparatos de medida (amperímetros, voltímetros, vatímetros, varímetros), así como los convertidores, están correctamente conexionados.
- Verificar el funcionamiento correcto de cada aparato aplicando distintos valores mediante un equipo de pruebas.
- Comprobación en la puesta en servicio de la exactitud de los valores indicados o convertidos.
- Timbrar los circuitos según protocolo correspondiente.
- Comprobar y tomar nota de las relaciones de cada aparato de medida y convertidor. En el caso de que el indicador esté ligado a un convertidor, verificar su correspondencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 2.2.21 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y dentro de los quince días siguientes a la petición del Contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por la Propiedad, requiriendo para ello la presencia de la DIRECCIÓN FACULTATIVA y del representante del CONTRATISTA, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es procedente. El Acta, una vez que el Director de Obra haya verificado todos los trabajos realizados, será firmada por la DIRECCIÓN FACULTATIVA, por el CONTRATISTA y, de ser el caso, por la PROPIEDAD, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y Proyecto correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al CONTRATISTA las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución a juicio de la DIRECCIÓN FACULTATIVA. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta del CONTRATISTA.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el CONTRATISTA será responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defecto de ejecución o mala calidad de los materiales aportados por él.

Si el Contratista se negare a efectuar las reparaciones, sustituciones y modificaciones citadas, la Propiedad podrá efectuarlas por sí misma o encargándolas a terceros, con cargo a las cantidades que el Contratista tuviere en la garantía y resolviendo el Contrato, con independencia de las indemnizaciones que en Derecho se puedan exigir.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

### 2.2.22 RECEPCIÓN DEFINITIVA O GLOBAL

Se procederá a la recepción definitiva de las obras, pasado un mes de la efectiva conexión a red del proyecto global, sin haberse observado anomalías o defectos de funcionamiento.

En caso de que se detectaran estos defectos una vez puesta la planta en funcionamiento acoplada a red, se acordará un plazo de tiempo para subsanación de los mismos, con la máxima celeridad posible, habida cuenta del perjuicio económico que supone para la PROPIEDAD la paralización del proyecto una vez conectada a red. Una vez subsanados los defectos comenzará a contar de nuevo el plazo de un mes para la recepción definitiva de las obras. Los gastos que suponga dicha subsanación serán a cargo del CONTRATISTA.

El acto de recepción definitiva se celebrará con la concurrencia de la DIRECCIÓN FACULTATIVA y del representante del CONTRATISTA levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por ambas partes y ratificada por la PROPIEDAD y el CONTRATISTA.

### 2.2.23 ACEPTACIÓN DE LA OBRA Y PERÍODO DE GARANTÍA

Si a la recepción de las obras la Propiedad las encontrara ajustadas a las condiciones establecidas en este documento, la Propiedad entregará al Contratista una carta o certificado de aceptación de los trabajos. A partir de la fecha de firma de este escrito, comenzará, en su caso, el período de prueba y de garantía que se fija en el Contrato.

Durante el periodo de prueba y de garantía convenido en el Contrato, que será por un periodo de DOS (2) años a contar desde la firma de dicho Certificado de Aceptación, la Propiedad comprobará la efectividad de la obra. Si su rendimiento no se ajustara a las exigencias convenidas, el Contratista efectuará, por su cuenta, las modificaciones, sustitución de materiales y reparaciones necesarias para conseguir tal rendimiento.

Si a la terminación de las obras, la Propiedad no las considera en estado de ser aceptadas, la Propiedad señalará un plazo al Contratista para que lo remedie. Una vez expirado este plazo, si a juicio de la Propiedad las obras continúan

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

sin poder ser recibidas, la Propiedad optará entre el conceder al contratista un nuevo plazo, o bien resolver el Contrato, en cuyo caso el Contratista perderá las cantidades que tuviere retenidas en garantía.

### 2.2.24 IMPUESTOS, GASTOS, PERMISOS Y LICENCIAS

Todos los impuestos, tasas, servidumbres, contribuciones especiales y arbitrios de cualquier tipo que se deriven del presente documento, serán por cuenta del Contratista, incluido el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA), en su caso, los cuales figuran ya incluidos en el precio, salvo que expresamente se diga lo contrario en las Condiciones Particulares.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

## 3.1 GENERALIDADES

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos, como a materiales (conductores, celdas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento y a los módulos fotovoltaicos que se suministran en clase II.

Respecto al grado de protección IP, este será mínimo IP54 para los equipos de intemperie, salvo para los cuadros eléctricos situados al exterior que se les exigirá un grado IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El funcionamiento del proyecto híbrido global no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto del viento, radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de las instalaciones, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos, señalizaciones y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

## 3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Comprende el presente Proyecto, la Ejecución de las obras de suministro e instalación de los materiales necesarios para el proyecto, tanto del parque eólico como la planta fotovoltaica, así como la conservación y reparación, en caso necesario, de las instalaciones hasta su recepción. Todo ello de acuerdo con la descripción contenida en los distintos documentos del Proyecto y a las órdenes de la DIRECCIÓN FACULTATIVA. Su ejecución se ajustará a lo que se considere buena práctica.

El presente apartado tiene por objeto definir la obra civil que se precisa para la implantación del proyecto.

Para acceder a las distintas instalaciones, tanto de la planta fotovoltaica como del parque eólico, es precisa la ejecución de unos caminos de acceso a las mismas. Paralelamente a los caminos discurren las zanjas para el tendido del cableado que comunican los distintos generadores con el edificio eléctrico y de control del proyecto.

Dichas obras comprenden de manera resumida los siguientes trabajos:

- Accesos al Proyecto y viales interiores, incluidos los drenajes y cunetas.
- Cimentaciones de los equipos de la planta fotovoltaica (centros de transformación)
- Plataformas de montaje de los aerogeneradores.
- Cimentaciones de los aerogeneradores.
- Canalizaciones eléctricas.
- Edificio con sala eléctrica, sala de control y sala Mantenimiento/almacén situado dentro de la planta fotovoltaica.

Para la redacción del apartado de obra civil se ha aplicado la normativa vigente.

### 3.2.1 ACCESOS Y VIALES

Los accesos al área del Proyecto se realizarán desde la carretera P-961, que une las poblaciones de Villoldo y Paredes de Nava. El acceso principal, en el kilómetro P.K. 10+175, se realizará para llegar a todos los aerogeneradores del parque: al Sureste, para aproximarse a los aerogeneradores del nº3 al nº7; y al Noroeste para los aerogeneradores nº1 y nº2. Aunque el vial interior se ha diseñado para llegar a todas las instalaciones principales del proyecto, en la misma carretera, se realizará un acceso auxiliar para tener una entrada directa a todas las instalaciones de la planta fotovoltaica en el kilómetro P.K. 7+875, utilizando un camino existente al sureste y después de recorridos 480 metros.

Dentro del emplazamiento de la Planta Fotovoltaica se realizarán viales para facilitar las labores de limpieza y el mantenimiento de equipos, así como garantizar la accesibilidad a todos los centros de transformación. Para ello, en la Planta, se ha diseñado un camino perimetral alrededor de los módulos fotovoltaicos, unos caminos de mantenimiento para dar accesibilidad a los centros de transformación e inversores de string. Se prevé también realizar un camino perimetral exterior que rodea el vallado sur de la planta para garantizar los accesos a las fincas colindantes.

Para comunicar los aerogeneradores del parque a su centro de seccionamiento correspondiente será necesaria la construcción de viales interiores del parque cuyo trazado se ha diseñado a partir de topografía real del terreno intentando minimizar las pendientes resultantes y con ello los movimientos de tierras necesarios para su construcción. El acceso a la Planta Fotovoltaica se podrá realizar desde un vial perimetral que enlaza con los viales interiores del parque eólico, quedando así todas las infraestructuras del Proyecto conectadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### Trazado

Para el trazado de los viales se proyectan los caminos necesarios para dar acceso a los aerogeneradores y a la planta fotovoltaica (donde se sitúa el edificio eléctrico y de control), incluyendo sus viales perimetrales.

Al trazado se le han impuesto como condiciones, una pendiente máxima en tramos rectos sin hormigonar del 10%, en tramos curvos sin hormigonar del 7 % y un radio mínimo en las curvas de 75 m a ejes en los viales del Parque Eólico, teniendo en cuenta la longitud del transporte previsto para la instalación del parque y siempre respetando los parámetros geométricos recomendados por la empresa constructora de los aerogeneradores. También se ha considerado la necesidad de compensar volúmenes de excavación, desmonte y terraplén.

Los viales tendrán una anchura mínima de 6 metros para la capa de rodadura, aunque se dispondrá de un sobre-ancho de 0,6 a 1,5 metros a un lado, o a cada lado según el caso, en los tramos en que haya zanjas de cables paralelas al camino.

En el caso de los viales de la Planta Fotovoltaica se ha considerado un radio mínimo de 18 m a ejes y los mismos condicionantes para pendientes que los aplicados al Parque Eólico. La anchura mínima para la capa de rodadura del vial interior en la planta fotovoltaica será de 5 metros.

#### Secciones tipo

- **Viales interiores parque eólico**

  Los caminos proyectados de nueva construcción tienen una longitud aproximada de 6.136 m, todos tienen la misma sección tipo, con una anchura de plataforma de 6,0 m. Los caminos se han proyectado con un peralte de 2 % de pendiente para que viertan el agua hacia el interior de la cuneta. En un lateral de los caminos interiores del parque eólico se construye una cuneta para la recogida de aguas y en el otro lateral, o en ambos según el caso, una zanja para la instalación del sistema colector.

Tanto los caminos nuevos como los reacondicionados tendrán una capa de material granular seleccionado de subbase de la propia obra, de 20 cm de espesor mínimo. Posteriormente, se extenderá una capa granular de base, de 20 cm de espesor mínimo, de zahorra artificial que servirá de firme y de capa de rodadura al mismo tiempo.

A la finalización del montaje de los aerogeneradores se procederá a restaurar y acondicionar todos los viales.

- **Viales interiores planta fotovoltaica**

Los caminos proyectados de nueva construcción tienen una longitud aproximada de 4.759 m, todos tienen la misma sección tipo, con una anchura mínima de plataforma de 5,0 m. Los caminos se han proyectado sin peralte y en un lateral de los caminos interiores de la planta fotovoltaica se construye una zanja para la instalación del sistema colector.

Para la nivelación de los caminos interiores de la planta fotovoltaica se extenderá una capa granular de base, de 20 cm de espesor mínimo, de zahorra natural que servirá de firme y de capa de rodadura al mismo tiempo.

A continuación, se describen la ejecución de los **viales del parque eólico** como punto crítico que se debe especificar detalladamente:

### 3.2.1.1 EJECUCIÓN DE VIALES

Composición de viales

El máximo peso soportado por los mismos corresponde a la grúa de 500 toneladas, que pesa 135 toneladas. Dispone de 8 ejes, con lo que el reparto de toneladas por eje da una presión de 40 kg/cm2, que es lo que debe ser capaz de aguantar el vial. Si bien el peso de la grúa es a priori el elemento más desfavorable para dimensionar el vial, la experiencia indica que el mayor deterioro del mismo sucede por el continuo paso de los camiones cargados con los diferentes elementos de la máquina, sobre todo en el transporte de la nacelle, cuyo peso total junto con el equipo de transporte es de casi 100 toneladas.

El relleno a emplear dependerá del terreno que se encuentre en cada caso. Por ello, será necesario un estudio geológico de la zona de implantación del parque eólico.

Debe quedar claro que esta instrucción, en el apartado de composición de viales, pretende definir unas líneas generales que podrán estar expuestas a variaciones en función del resultado obtenido en el estudio geológico. Una composición genérica constará de:

**material seleccionado + 20 cm de zahorra artificial**

**Material seleccionado**. En principio bastará con limpiar las primeras capas del suelo "blando" hasta llegar a una capa de material compacto. Una vez llegado a este punto deberá acondicionarse con una capa de 20 cm de zahorra natural. Si el terreno es muy blando y no se puede llegar a encontrar suelo compacto, deberá rellenarse con 40 o 50 cm de balasto bien compactado más zahorra artificial.

**Zahorra artificial**. Es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo. Las características generales y composición granulométrica deberán ser acorde a las especificaciones de zahorras. La compactación de este material deberá hacerse por diferentes capas y siempre con agua.

De la misma manera, la extensión de las tongadas, así como la compactación deberá cumplir con el citado pliego. Caso de tener dificultades para obtener este material seleccionado, otra posibilidad podrá ser:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

**20 cm balasto (1 tongada, 1 compactación) + 20 cm todo uno (1 tongada, 1 compactación)**

- Anchura de viales

La anchura mínima del vial debe ser de 6 m útiles. En aquellas curvas cerradas y en pendiente (típica curva de 180º que se da en nuestros viales) el ancho de vial se ampliará a 7 m útiles.

Los últimos 50 cm previos a las cunetas no son válidos para soportar pesos por el peligro de cesión del terreno (ver Figura 1). Por ello la grúa y la nacelle bajo ningún concepto debe pisar estos límites. Además, en zona de curva, la cuneta del interior de la curva deberá ser entubada o no haberla.

En caso de parques de accesos largos, las áreas de cruce se repartirán cada 5 km aproximadamente, con una longitud de 35 m y un ancho de 4 m + 5 m.

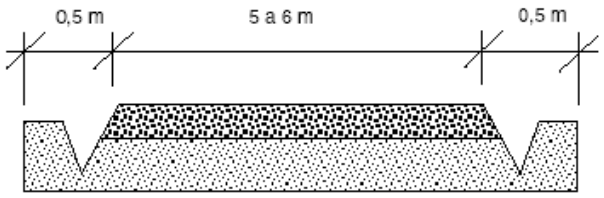



Figura 1. Corte de Vial

- Radio de giro

Los radios de las curvas vendrán determinados necesariamente por la longitud de las palas a transportar.

Además, cuanto más cerrado sea el radio de giro, mayor habrá de ser el ancho de vial (diferencia entre radio exterior e interior) en la curva. El radio de giro será el radio interior de la curva (ver fig. 2)

Teniendo en cuenta estos factores, el radio de giro mínimo en el interior de la curva deberá ser de 75 m sea cual sea la torre, ya que ninguno de los tramos de las torres es mayor en longitud al de las palas.

Estos radios de giro son para un ancho de vial en curva de 6 m (radio exterior–radio interior=6 m). Aquellas curvas cuyos radios se hagan inferiores a los especificados, deberán de estar provistas de un ancho de vial superior al especificado y acorde al paso de los vehículos empleados en cada uno de los casos. En estos casos el ejecutor de la obra civil será responsable de los anchos de vial construidos.

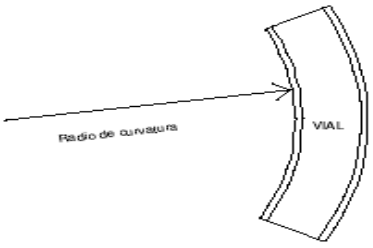



Figura 2. Radio de curvatura mínimo

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Pendientes máximas

Las pendientes máximas que son capaces de soportar los transportes son del 12%. Habitualmente en los parques, este problema es el más difícil y costoso de solucionar, con lo que se recalca la importancia de respetar los radios mínimos de las curvas.

En las curvas cerradas la pendiente deberá ser aún menor, con un máximo del 7%. En todos los casos, son preferibles rectas con desniveles del 10%-12% que curvas con el 7%.

Los peraltes no son necesarios. En el caso en el que el ejecutor del vial lo considere como medio para ayudar a la evacuación de agua, deberá ser el mínimo posible; los ejes traseros de los transportes llevan una pequeña autodirección y el peralte hace que esta ayuda a los giros quede anulada.

Conviene suprimir los cambios de rasante bruscos en todo lo posible. Las grúas, palas y ciertos tramos de torres son muy largas y pueden quedarse sin tracción en el centro de los mismos.

En ningún caso un cambio de rasante con longitud menor o igual a 16 m podrá tener un desnivel de más de 30 cm.

Debido a las dimensiones de ciertos componentes (nacelle 4 m de alto y tramos inferiores de las torres 5,3 m de diámetro), nos vemos obligados a transportarlos en equipos de transporte muy específicos a muy poca altura del suelo (15 cm), con lo que el vial deberá estar lo más liso posible, eliminándose, en la medida de lo posible, salientes como piedras, rocas, etc. que pudieran dañar la plataforma de la nacelle o los tramos de torre y dificultar el transporte.

Aunque estos equipos de transporte tienen cierto margen de maniobra en cuanto a la altura (pueden llegar hasta los 90 cm del suelo), esta referencia se debe tomar sólo para casos puntuales, ya que, debido a los pesos de estos componentes y sus dimensiones, existe un peligro alto, y más fuera de carretera, de vuelco o accidente.

- Drenaje

El sistema de drenaje adoptado consiste básicamente en la disposición de cunetas en un borde del camino en excavación y en la construcción de pasos de agua bajo el acceso mediante tubos de polietileno de diferentes diámetros (entre 40 y 60 cm), recubiertos de 20 cm de hormigón HM-20 previamente a su relleno, dotados de las correspondientes arquetas tanto de recogida de aguas en la entrada como de salida de las mismas. La experiencia nos dice que el paso continuado de los transportes sobre un relleno directo con el propio material excavado crea un gran socavón en el terreno.

Los viales deben ser capaces de evacuar el agua de lluvia. Para ello se recomienda que estén convenientemente saneados y realizados según indica la anterior Figura 1. La compactación es fundamental.

- Vehículos de transporte

Los vehículos de transporte empleados para subir a monte los diferentes elementos de la máquina deberán disponer de autodirección en el eje trasero. En todos los casos será completamente necesario el empleo de cabezas tractoras

### 3.2.2 PLATAFORMAS DE MONTAJE

Junto a cada aerogenerador se dispone una plataforma, con dimensiones mínimas 70 m x 40 m, conectada con el vial de acceso, necesaria para el acopio de componentes y el establecimiento de las grúas empleadas en el montaje de los aerogeneradores. A estas plataformas se les dará una pendiente máxima del 1 %.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133[illegible]
VISADO

Las plataformas irán acabadas con una capa final de zahorras artificiales debidamente niveladas y compactadas, de 10 cm de espesor en la zona indicada como zona de trabajo de la grúa de montaje. El resto de la plataforma deberá quedar perfectamente nivelada y compactada para el acopio de los componentes, con material de subbase y a la misma cota.

Los terraplenes necesarios para su establecimiento se construirán con materiales seleccionados procedentes de la excavación de las cimentaciones o del movimiento de tierras derivado de la ejecución de los viales interiores, con material seleccionado procedente de préstamo interior previamente autorizado por el Contratista o, en última instancia, de préstamo exterior al Proyecto. Además, deberán compactarse adecuadamente y cubrir con tierra vegetal a fin de posibilitar su revegetación y recuperación ambiental.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.2.2.1 EJECUCIÓN DE PLATAFORMAS DE MONTAJE

- Composición de plataformas

En las plataformas lo que se pretende es conseguir el apoyo correcto de la grúa, por lo que el empleo de zahorra en el relleno no es tan crítico como en los viales.

La composición de la plataforma constará de un buen compactado con una base resistente debajo.

- Dimensiones de plataformas

Las dimensiones correctas para una plataforma son 70x40 m, tanto si la grúa es neumática o de cadenas. Es importante que el centro de la plataforma esté a 19 m del centro de la jaula de pernos.

Además, en algunos casos y debido a la orografía del terreno, puede ser necesario realizar otra plataforma auxiliar para el montaje del rotor.

Debido a la altura de las torres y los pesos a soportar, nos vemos obligados a trabajar con grúas de celosía. Esto implica que debemos tener un espacio en recto (3 m), da igual la dirección, para el montaje de todos los tramos de la celosía, con una grúa auxiliar y que esta pueda trabajar junto a la pluma, a ser posible junto al camino de acceso para aprovechar éste para la grúa auxiliar.

La longitud de este tramo deberá ser de mínimo 140 m para la torre de 142 m. A esta longitud hay que descontar 20 m si la línea recta está en la misma dirección que la plataforma.

La compactación de la plataforma es tan importante como la de los viales. La grúa rara vez se coloca correctamente a la primera maniobra y si no está bien compactada se hundirá. Además, esta plataforma debe ser capaz de aguantar un peso mínimo total de 500 toneladas, que es el peso de la grúa con sus contrapesos y la unidad de carga mayor (nacelle)

En todas aquellas plataformas en que sea posible, habría que habilitar un espacio para el acopio de material. Este espacio tendrá que estar alrededor de la plataforma de la grúa. Esta superficie tiene que ser lisa y con la superficie compactada. Si se aprovecha parte del vial como parte de la plataforma, debe dejar sitio para el paso de los transportes especiales.

La cota de la plataforma nunca debe ser inferior a la cota de la virola de cimentación. Las grúas del mercado existentes no van sobradas de longitud de pluma. Si la cota de la plataforma es superior a la de la virola, eso favorece el montaje, siempre y cuando no sea excesiva.

La porción de terreno situada entre el final de la plataforma y la virola de cimentación deberá estar llana para permitir que otras grúas más pequeñas puedan realizar labores de montaje, si bien no se requiere el grado de compactación de la propia plataforma.

Habitualmente la grúa de 500 toneladas se posiciona en la plataforma, el tubo estaciona paralelamente a ella y la grúa de retención en la trasera del tubo. El propio vial se usa como apoyo al montaje.

### 3.2.3 CIMENTACIÓN DE AEROGENERADORES

La ejecución de la cimentación de los aerogeneradores se realizará inicialmente en base al diseño realizado por el fabricante de los aerogeneradores del modelo proyectado, N175 – 7 MW de Nordex, con una altura de torre de 140 metros. (Ver planos).

El diseño definitivo de las cimentaciones de los aerogeneradores del Parque Eólico se realizará en base al estudio geotécnico realizado por la Propiedad y dicho diseño deberá ajustarse a las características del terreno resultado de este estudio geotécnico.

### 3.2.4 ZANJAS Y CANALIZACIONES ELÉCTRICAS DEL SISTEMA COLECTOR

El sistema colector o de recogida de potencia irá enterrado en zanjas. En el interior de dichas zanjas se colocarán la red de tierras, red de comunicaciones y cables de potencia que transportan la energía generada por los aerogeneradores y módulos fotovoltaicos hasta los centros de seccionamiento.

Se enumeran a continuación los distintos trabajos que se deben tener en cuenta para el cableado del proyecto:

- **Instalación de Baja Tensión:**

- Conexión eléctrica de los módulos FV en series o cadenas.
- Cableado desde el principio y final de cada serie hasta el inversor de string correspondiente.
- Cableado desde los inversores de string hasta el cuadro de baja tensión del centro de transformación asociado.
- Sistema de puesta a tierra de módulos, estructura e inversores de string.
- Materiales de Prevención y seguridad.

- **Instalación de Media Tensión:**

- Conexión entre los Centros de Transformación de aerogeneradores y el Centro de Seccionamiento.
- Conexión entre los Centros de Transformación Fotovoltaico y Centro de Seccionamiento.
- Instalaciones de B.T. que comprenden cuadros y baterías de condensadores, control y líneas de interconexión.
- Sistema de puesta a tierra: en aerogeneradores, centros de transformación fotovoltaicos y sus líneas de enlace correspondientes con el Centro de Seccionamiento y la interconexión de éste con la Subestación La Higuera 30/132kV.
- Materiales de Prevención y Seguridad.
- Líneas subterráneas Colectoras en Media Tensión.
- Línea de Evacuación entre el Centro de Seccionamiento y posición 30 kV de la subestación transformadora La Higuera 30/132 kV.

El trazado de las zanjas discurre paralelo al eje de los viales interiores de la Planta Fotovoltaica y del Parque Eólico, desplazado hacia la derecha o izquierda según convenga, hacia ambos lados o perpendicular al mismo.

Se proyectan las siguientes longitudes de zanja:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Zanjas de media tensión de la Planta Fotovoltaica:.....1.676 m
- Zanjas de baja tensión de la Planta Fotovoltaica:.....2.246 m
- Zanjas de media tensión del Parque Eólico:.....6.805 m

Todas las zanjas se excavarán por métodos tradicionales (retroexcavadora), siempre que sea posible.

La conexión eléctrica entre todos los aerogeneradores, entre los centros de transformación y la conexión de todos ellos con los centros de seccionamiento respectivos, se realiza mediante trazado subterráneo. Para ello es preciso ejecutar una zanja de ancho variable entre 0,6 y 1,5 m de anchura y 1,2 m de profundidad mínima en la que se ubican, tanto las líneas de media tensión como la de control y red de tierras.

La anchura de las zanjas se ajustará en el caso que fuese necesario en función del número de circuitos que se agrupen. La configuración de cada caso viene detallada en el plano PHAL-05.3.

En el fondo de las zanjas se instalará el cable de tierra, se rellenará con una capa de arena de 10 cm antes de tender los cables de potencia y de control, para evitar que piedras u otros elementos punzantes y duros puedan dañar los cables en su tendido y para servir de drenaje al mismo tiempo. Una vez tendidos los cables de potencia y de comunicaciones separados entre sí la distancia que marque la normativa y respetando las distancias de seguridad de separación correspondientes, se extenderá otra capa de arena fina hasta completar 20 cm de espesor mínimo por encima de los cables con objeto de cubrirlos.

Según se puede ver en los esquemas de zanjas mostrados en los planos, se colocarán en una misma capa los cables de potencia y control, y en la misma zanja con sus respectivos materiales de relleno, arena, placa de protección mecánica, relleno seleccionado y cinta señalizadora. La red de tierras se colocará en el fondo de la zanja.

En los cruces de la red de zanjas con los caminos de servicio y cruces de plataformas de montaje de los aerogeneradores del parque en el caso que sea necesario, se instalarán los cables dentro de tubos de PVC autoextinguibles de diámetros 200 ó 250 mm para cada terna de cables de potencia, 63 mm para los cables de comunicaciones y 63 mm para la red de tierra, recubiertos con 20 cm de espesor mínimo de hormigón en masa HM-20, sellados en ambos extremos con espuma de poliuretano, que permitan sustituir los cables sin interrumpir el tráfico rodado.

Las zanjas del sistema colector del parque eólico quedarán señalizadas mediante marras de hormigón, colocadas en la parte superior de las zanjas cada 150 m de longitud, en todos los cruces de caminos, en los extremos de los pasos de caminos y en los empalmes.

### 3.2.4.1 EJECUCIÓN DE LAS ZANJAS

El contratista coordinará la obra civil necesaria para realizar las líneas de conexión incluye la realización de las zanjas que unen los centros de transformación, tanto los ubicados en los aerogeneradores como los de los bloques de potencia de la planta fotovoltaica, con el centro de seccionamiento situado en el edificio eléctrico y de control. Su ejecución comprende:

- Apertura de las zanjas

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en el siguiente enlace nº 001302
GREGORIO ÁLVAREZ CABRERO
VISADO

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible, evitándose ángulos pronunciados. Será paralelo en toda su longitud a los caminos de servicio o fachadas de los edificios principales.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

- Tendido de cable

Cada línea será conductores unipolares agrupados en ternas y en posición de triángulo equilátero para igualar impedancias, atadas por bridas de plástico cada metro y medio.

El tendido de conductores se realizará con sumo cuidado, sobre rodillos, evitando roces perjudiciales y tracciones exageradas, no dándose en ellos curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo, con especial atención a los pasos de caminos y entrada-salida a los centros de transformación.

Su conexionado y empalmes se realizarán con terminales adecuados al tipo de instalación, características y sección del cable.

- Suministro y colocación de protecciones de arena:

La arena que se utilice para la protección de cables deberá ser limpia, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm de espesor de arena, sobre la que se sitúa el cable. Por encima del cable irá otra capa de 50 cm de altura. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

- Suministro y colocación de placa de protección.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una placa de protección de polietileno para proteger la terna de cable, en mazos.

- Colocación de la cinta “Atención al cable”

En las canalizaciones de cables de media tensión, se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, con el texto “Atención a la existencia del cable”, tipo UNESA, que irá por encima de los cables de potencia.

- Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que pueden llevar), apisonada, debiendo realizarse los primeros 20 cm de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

En los extremos de acometida a generadores y Centro de Seccionamiento, y en los pasos de carreteras y caminos, los conductores se entubarán y hormigonarán. Sobre la zanja totalmente cubierta se instalarán hitos que indiquen el trazado de la misma.

- Dimensionamiento de las zanjas.

Las zanjas se prevén de 1 m de profundidad mínima, y entre 0,6 y 1,5 m de anchura dependiendo del número de cables que discurran por su interior. En las zonas en las que discurra por terrenos cultivables, se aumentará la profundidad de la zanja para asegurar que los arados no alcanzan el cableado. Estas dimensiones permiten el alojamiento de los cables de media tensión, y comunicaciones necesarias.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0033382

### 3.2.5 EDIFICIO Y DE CONTROL

El edificio eléctrico y de control indicado en este apartado responde a una disposición de tres espacios de un ancho fijo de 6 metros de estructura de hormigón distribuidos de la siguiente manera:

- Sala de control, de dimensiones 7,15x6 m.
- Sala eléctrica, de dimensiones 16,3x6 m.
- Sala de Mantenimiento/almacén, de dimensiones 16x6 m.

Será una construcción de paredes de bloque de termoarcilla con cubierta inclinada a cuatro aguas de teja plana mixta con aproximadamente un 30% de pendiente, de 3,50 m de altura, desde la cota de suelo a la parte inferior de la cubierta, con una altura total de 5 m.

Las paredes exteriores se construirán de bloques de termoarcilla, interiormente enlucido con mortero de cemento y pintura plástica de color blanco y exteriormente con mortero tipo cotegrán.

Todas las ventanas serán de aluminio corredera y dispondrán de una vidriería de cristal tipo climalit con cámara de aire (4+8+4).

La señalética del edificio será la reglamentaria: protección contra incendios, extintores, alarmas contra incendios, circuito cerrado de televisión, cámaras de vigilancia, planos de ubicación, rutas de evacuación, salidas de emergencia, señales luminosas de evacuación, etc.

Exteriormente el edificio irá rematado en todas las fachadas con una acera perimetral de 1 m de anchura. Se realizará un acabado en un acabado pulido y rematado con bordillo perimetral.

Las características son las siguientes:

- Cimentaciones de hormigón armado HA-25 con muro de 35 cm de espesor.
- Foso de cables con una altura útil de 2,50 m situado bajo la sala eléctrica. Entre el foso y la sala eléctrica, se construirá un forjado de hormigón armado, para una carga de 2.500 kg/m$^2$.
- Las paredes exteriores se construirán de bloques de termoarcilla de 29 cm, enlucido interiormente con mortero de cemento y pintura plástica de color blanco.
- Enlucido de yeso y pintura plástica en los techos.
- La separación entre el almacén y la sala eléctrica será con muro de 19 cm de espesor de ladrillo macizo o termoarcilla enlucido con mortero de cemento por ambas caras, encima de éste se colocará un zuncho donde se apoyará el forjado.
- Zuncho perimetral en la parte superior de los cerramientos exteriores de hormigón armado de 25 x 25 cm
- Forjado plano de semivigueta de hormigón sobre el que se construirán los tabiques palomeros para dar la pendiente a la cubierta a cuatro aguas, sobre los cuales se colocará un rasillón de 1 m de 5 cm de espesor sobre el que verterá una capa de 3 cm de hormigón en masa con mallazo de reparto, sobre la misma se teja plana mixta.
- El aseo irá alicatado de suelo a techo.
- El suelo de la zona del almacén, del foso y de la sala de residuos será acabado con cemento pulido con helicóptero y pintado de color verde.
- El suelo de la sala eléctrica y sala de control completa será de Gres porcelánico de 40x40 cm o similar formato.
- El suelo de la sala de recogida de residuos contará con un foso de 0,2 m de profundidad para la recogida de un posible vertido de las sustancias peligrosas de naturaleza líquida (aceites, lubricantes…).
- Las ventanas de la sala de control y aseo serán de carpintería de aluminio verde, correderas de 1,4 m de alto y dos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

anchos: 1 m y 1,6 m.

- Las diez (10) ventanas de la sala eléctrica, sala de residuos y almacén, serán de aluminio verdes, correderas, de dimensiones 1 m x 1 m.
- Las puertas exteriores serán de acero pintadas en verde y dispondrán de cerradura.
- Se instalará un depósito de 3 $m^3$ de agua limpia para dar servicio al edificio.
- Se instalará un conjunto PTA dimensionado para el uso de las instalaciones por parte de cuatro personas.
- Se realizará el vallado del depósito y de la PTA con una valla perimetral de altura mínima 2,5 m, con murete de 50 cm de bloque de hormigón armado, en la que se instalarán dos puertas de 1 m, necesarias para acceso del personal y de los equipos.
- Exteriormente el edificio irá rematado con una acera perimetral de 1 m de anchura rematada con bordillo.
- Se construirá una losa de aparcamiento de 13x5 m de hormigón HA-25 con bordillo y 15 cm de espesor y con mallazo de reparto.
- Se mantendrán las características arquitectónicas de la zona de Paredes de Nava.
- Se colocará un canalón perimetral al edificio de recogida de aguas pluviales de acero para aprovechamiento de estas aguas y su traslado al depósito de 3 $m^3$.
- Las escaleras del foso serán de 1 metro de ancho, de hormigón armado, incluyendo balaustre.

En los planos se define la arquitectura tanto en planta como en sección y el alzado que permiten determinar las formas y superficies de las distintas dependencias, así como los acabados y terminaciones de los distintos elementos del mismo.

### 3.2.5.1 LÍNEA DE EVACUACIÓN

Las zanjas para el tendido de la línea subterránea de 30 kV serán igual que las zanjas de los sistemas colectores de media tensión de las instalaciones generadoras del proyecto, en formato de un circuito con dos conductores por fase de cable HEPRZ1 18/30 kV 3x(2x630)$mm^2$ de aluminio.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 3.3 EQUIPOS PRINCIPALES

### 3.3.1 GENERADOR EÓLICO

La potencia de los aerogeneradores a instalar será como mínimo de 7 MW ± 10% con una altura de buje deberá ser entre los 120 y 140 metros. Los aeros serán de clase III.

Los aerogeneradores deberán garantizar la curva de potencia a un valor superior al que solicite la PROPIEDAD tanto en terrenos no complejos como en terrenos complejos, durante el periodo de garantía.

El fabricante deberá asegurar que la curva de ruido garantizada no supera las restricciones de ruido que pudieran estar establecidas en la Resolución de Calificación Ambiental.

Se garantizará que el factor de potencia del aerogenerador, medido en el lado de baja tensión del transformador, estará en el rango 0,95 capacitivo y 0,95 inductivo hasta 30ºC.

Se garantizarán unos valores de disponibilidad (de base energética y de disponibilidad anual por aerogenerador) mínimos a cumplir, y que serán indicados por la PROPIEDAD

Se considerará defecto de serie si se identifica el mismo defecto en un mínimo del quince por ciento (15%) de los aerogeneradores.

El licitador considerará un mínimo de dos (2) años como periodo de garantía y un mínimo de tres (3) años de garantía para defectos en serie.

Se incluirá en la oferta un servicio de Operación y Mantenimiento (O&M) para los periodos de 2, 3, 5, 10 y 15 años.

#### 3.3.1.1 NORMAS APLICABLES

Los aerogeneradores serán diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

— IEC 61400

— Ley 24/2013

— RD 413/2014

— RD 337/2014

— REBT

#### 3.3.1.2 DOCUMENTACIÓN

- Modelo de aerogenerador propuesto (modelo, HH y capacidad nominal).
- Curvas de potencia y curvas de empuje del modelo WTG propuesto, tanto para el estándar como para el específico del emplazamiento.
- Curva de ruido para el país específico.
- Estudio básico de ruta de carreteras.
- Análisis de idoneidad del emplazamiento (Site Assessment Report - SAR).
- Estudio de producción en función de los datos eólicos facilitados (Energy Yield Assessment - EYA).
- Garantía de red que deberá cumplir los requisitos del país.
- Certificado de tipo. En caso de que el modelo de aerogenerador propuesto aún no haya sido certificado,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00833302

el licitador deberá incluir una hoja de ruta en la que se indique la fecha en la que se espera obtener la certificación.

- Cumplimiento con el Código de Red.
- Listado preliminar de proveedores de componentes de los aerogeneradores y lugar de fabricación.
- Lista de piezas de repuesto recomendadas para tener en el almacén del parque eólico.
- Documentación de calidad con todos los ensayos de los distintos componentes probados en fábrica así como las pruebas necesarias para la puesta en servicio de los aerogeneradores y el SCADA.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 3.3.1.3 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los componentes irán embalados en contenedores o soportes específicos y serán marcados mediante una chapa que recoja la siguiente información:

- Nombre y modelo.
- N° de serie.
- Año de fabricación.
- Características eléctricas y/o mecánicas.
- Dimensiones.
- Indicación de origen y destino del material.
- N° de envío.

Cada componente llevará de forma clara e indeleble el modelo y nombre o marca del fabricante, así como su número de serie o identificador.

### 3.3.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Los módulos serán de primera calidad y cumplirán con las características indicadas en la Memoria Técnica.

Un módulo será aceptable cuando su potencia máxima y su corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar estén comprendidas en un margen de 0 a +5% de los valores nominales recogidos en el catálogo.

Cualquier módulo que presente defectos de fabricación, roturas o manchas en cualquiera de sus elementos será rechazado, del mismo modo que si presenta falta de alineación en las células, burbujas en el encapsulante o un sellado defectuoso del marco envolvente.

Los módulos dispondrán, como mínimo, de 2 años de garantía de producto y 25 años de garantía de producción (80% de la potencia nominal).

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

Los paneles deberán tener el cableado para el polo positivo y el polo negativo conectado en un extremo y libre en el otro, con longitud suficiente como para conectarlos según indicaciones del proyecto.

#### 3.3.2.1 NORMAS APLICABLES

Los paneles recibidos serán diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

— IEC 61215.

— IEC 61730.

— IEC 61345.

— IEC 61701.

— IEC 60068.

#### 3.3.2.2 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los módulos irán embalados en palés y serán marcados mediante una chapa que recoja la siguiente información:

- Nombre y modelo.
- N° de serie.
- Año de fabricación.
- Características eléctricas.
- Dimensiones.
- Indicación de origen y destino del material de cada palé.
- N° de envío.

Cada módulo fotovoltaico llevara de forma clara e indeleble el modelo y nombre o marca del fabricante, así como su número de serie o identificador.

#### 3.3.2.3 DOCUMENTACIÓN

Además de los certificados con la normativa vigente, se deberá proporcionar la siguiente información:

- Tabla con la potencia garantizada del módulo año a año.
- Los módulos deberán ser entregados ya clasificados según su $I_{mpp}$, en al menos 4 grupos. Los intervalos serán acordados por ambas partes.
- Documento explicativo de los criterios de aceptación de producto durante su fabricación.
- Procedimiento de buenas prácticas durante la manipulación de los módulos.
- Documento que acredite que las tolerancias de potencia son únicamente positivas.
- Resultados de los ensayos (flash test, infrarrojos, electroluminiscencia...) que se hayan realizado a los equipos, criterios de aceptación durante la fabricación y manual de operación Todos los módulos estarán dotados de la certificación CE.

### 3.3.3 SEGUIDORES

Los seguidores serán de primera calidad y cumplirán con las características indicadas en la Memoria Técnica.

#### 3.3.3.1 NORMAS APLICABLES

Los seguidores recibidos serán diseñados, fabricados y ensayadas de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

- Código Técnico de la Edificación (Documento Básico SE-AE: Seguridad Estructural, Acciones en la

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 00133(2)

Edificación)

- ISO 14713

#### 3.3.3.2 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los seguidores serán embalados en contenedores adaptados al material y serán marcados mediante una chapa que recoja la siguiente información:

- Nombre y modelo.
- № de serie.
- Año de fabricación.
- Dimensiones.
- Indicación de origen y destino del material de cada contenedor.
- № de envío.

### 3.3.4 INVERSORES DE STRING

Los inversores de string serán de primera calidad y cumplirán con las características indicadas en la Memoria Técnica.

Los inversores tendrán 2 años de garantía de producto.

#### 3.3.4.1 NORMAS APLICABLES

Los inversores recibidos serán diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

- IEC 62109.
- IEEE 1547.
- Directriz 89/336/EWG.
- Directriz 73/23/EWG.

#### 3.3.4.2 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los inversores irán embalados de forma que queden protegidos durante el transporte y serán marcados mediante una chapa que recoja la siguiente información:

- Nombre y modelo.
- № de serie.
- Año de fabricación.
- Dimensiones.
- Características eléctricas.
- Indicación de origen y destino del material de cada palé.
- № de envío.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001502

#### 3.3.4.3 DOCUMENTACIÓN

Además de los certificados con la normativa vigente, se deberá proporcionar información sobre los ensayos que se hayan realizado a los equipos, criterios de aceptación durante su fabricación y manual de operación.

Todos los inversores estarán dotados de la certificación CE.

### 3.3.5 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas SF6 para cumplir dos misiones:

- Aislamiento:

  El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso el eventual sumergimiento del centro por efecto de riadas.

  Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte:

  El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento. Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

  Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

  Las celdas de media tensión serán de primera calidad y cumplirán con las características recogidas en la Memoria Técnica.

  El conexionado entre el aparellaje que resuelve las distintas funciones, estará realizado mediante un sistema patentado, simple y fiable; permitiendo configurar diferentes esquemas para los Centros, protección, seccionamiento, etc. La conexión de los cables de acometida y del transformador deberá ser igualmente rápida y segura.

#### 3.3.5.1 NORMAS APLICABLES

Las celdas de media tensión recibidas serán diseñadas, fabricadas y ensayadas de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

- UNE 21136
- IEC 61000-4-2
- IEC 62271-1
- IEC 62271-100
- IEC 62271-102
- IEC 62271-103
- IEC 62271-105

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

- IEC 62271-200
- IEC 62271-202
- ITC RAT

### 3.3.5.2 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

El fabricante presentará a LA PROPIEDAD para su aprobación o comentarios su procedimiento de embalaje, marcado y envío.

Los equipos deberán transportarse hasta el lugar de la obra.

### 3.3.5.3 DOCUMENTACIÓN

- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN LA OFERTA

El suministrador preparará una oferta técnica y una oferta económica, que constituirán documentos separados.

La oferta económica incluirá:

- Precios desglosados para cada una de las partidas que componen el suministro.
- Precios desglosados para cada tipo de celda y lista detallada de los materiales que las componen.
- Lista valorada de repuestos y accesorios recomendados.
- Plazo de entrega de la documentación de proyecto.

- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DESPUÉS DE PEDIDO

El suministrador deberá entregar un proyecto completo, que incluirá, como mínimo:

- Versión definitiva de toda la documentación técnica solicitada para la oferta.
- Planos físicos y de montaje de las celdas.
- Planos de bastidores metálicos y accesorios.
- Listas de materiales definitivas.
- Esquemas desarrollados definitivos de las celdas.
- Esquemas de cableado interno de las celdas.

Toda la documentación definitiva deberá presentarse a la aprobación de la PROPIEDAD previamente al acopio y construcción; deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.3.6 TRANSFORMADORES (CENTRO DE TRANSFORMACIÓN FOTOVOLTAICO)

Los transformadores instalados serán suministrados por un fabricante al cual se realizará el pedido una vez aceptado su oferta.

Los transformadores instalados en el bloque de potencia serán de intemperie y trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria del proyecto.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del bloque de potencia o de la plataforma metálica (skid).

### 3.3.6.1 NORMAS APLICABLES

Los transformadores recibidos serán diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

- UNE-EN 60076
- UNE-EN 50180
- UNE-EN 50386
- UNE 21428-1
- ITC-RAT

En el supuesto de que, el fabricante no siga las normas anteriormente enumeradas en alguno de los elementos que componen el equipo o bien, utilice sus propios estándares de fabricación, deberá especificar en el documento de oferta las normas seguidas y su diferencia con respecto a las anteriormente citadas.

### 3.3.6.2 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

El fabricante presentará a LA PROPIEDAD para su aprobación o comentarios su procedimiento de embalaje, marcado y envío.

Los equipos deberán transportarse hasta el lugar de la obra.

### 3.3.6.3 DOCUMENTACIÓN

- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN LA OFERTA

El suministrador preparará un documento de oferta que incluirá los siguientes aspectos:

- Lista de excepciones del presente Pliego. Las excepciones no incluidas en esta lista no tendrán validez contractual.
- Croquis de dimensiones, incluyendo detalle de las bornas, esfuerzos máximos soportados por las bornas, detalles de anclaje, peso total de la máquina, etc.
- Memoria o folleto descriptivo del procedimiento de diseño y fabricación de los transformadores, pintura y de todos los accesorios.
- Relación de normas y reglamentos en su última edición, que se tendrán en cuenta para la fabricación y ensayos del equipo.
- Lista valorada de los repuestos recomendados para 5 años.
- El ofertante deberá además incluir en su oferta un ejemplar totalmente cumplimentado de las Hojas de Datos Técnicos, requisito sin el cual la oferta no será tomada en consideración.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DESPUÉS DE PEDIDO

El ofertante deberá presentar en su propuesta la siguiente información: del fabricante de los transformadores deberá someter para su aprobación, dentro de las tres (3) primeras semanas a partir de la fecha en que sea cursado el pedido o télex de adjudicación, la siguiente documentación por triplicado:

- Planos certificados de dimensiones generales de los transformadores y de sus accesorios, incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:
- Dimensiones de los transformadores.
- Detalles de las bornas.
- Pesos.
- Situación de accesorios.
- Listas de materiales.
- Instrucciones de almacenamiento del equipo, montaje y mantenimiento, incluyendo en este último apartado indicación expresa de regulaciones para alarma y disparo de termostatos, etc. y las averías o problemas más usuales (según experiencia del fabricante), su solución y prevención.
- Este libro de instrucciones será presentado de forma sencilla y didáctica y deberá referirse a todos y cada uno de los distintos componentes del transformador.
- Plan de fabricación y acopios.

Toda la documentación definitiva deberá presentarse a la aprobación de la PROPIEDAD previamente al acopio y construcción; deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

De toda la documentación definitiva se entregarán el número de copias que LA PROPIEDAD estime necesarias además de los archivos DWG de los planos.

### 3.3.7 CABLEADO

#### 3.3.7.1 CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA TENSIÓN DE DISEÑO

##### 3.3.7.1.1 Baja Tensión

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores entre el inversor y el transformador de potencia (zona AC) deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5% para la intensidad nominal (ITC-BT-40).

Los conductores positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán conjuntamente, al objeto de evitar la formación de espiras, y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores podrán ser de cobre o aluminio en la parte de corriente continua y se unirán a los equipos mediante el empleo de terminales adecuados a su sección. Todos los conductores serán de 0,6/1 kV (1500 Vdc) de aislamiento mínimo cuando están en exterior.

En la parte de continua se utilizará el siguiente código de colores:

- Polo positivo: Rojo (U otro color diferente de negro y amarillo-verde en caso de no quedar existencias en el mercado, previa aprobación por escrito del Director de Obra).
- Polo negativo: Negro

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

- Protección: Amarillo-verde

En la parte de alterna se utilizará el siguiente código de colores:

- Neutro: Azul claro
- Fase: Marrón, gris y negro
- Protección: Amarillo-verde

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 6303302
VISADO

### 3.3.7.1.2 Media Tensión

**Cable de potencia**

Las conexiones se realizan con mazos trifásicos de tres cables unipolares de aluminio HEPRZ1 18/30 kV de 240, 400, 500 y 630 mm² de sección, con botellas terminales de conexión para interior y para exterior. Se utilizarán cables de manera que cumplan los requisitos que se especifican en el apartado de cálculos eléctricos. El tendido subterráneo se realizará en una zanja excavada en el terreno, de dimensiones mínimas 1 m x 0,6 m, en las que se dispone un lecho de arena.

**Red de tierras**

Por la misma zanja discurrirá un conductor de cobre desnudo de 50 mm$^2$ de sección que unirá todas las redes de tierra de los sistemas generadores del proyecto. En los casos en los que por la misma zanja discurran cables de A.T., estos se instalarán en una capa inferior y separados 25 cm de la capa de cables baja.

**Fibra óptica**

El cable de fibra óptica a emplear tendrá las siguientes características:

- Número de fibras 8.
- Tipo Monomodo 9/125 OS2.
- Baja emisión de humos acorde con IEC61034 y EN50268.
- Cubierta interior adicional retardante a la llama y cero halógenos.
- Blocante al agua acorde con IEC60794-1-2-F5.
- Cable sin elementos metálicos, no prestando problemas de lazos de tierra.
- Protección antirroedores mejorada mediante hilaturas de vidrio.
- Resistente frente a microbios y rayos ultravioletas.

El subcontratista incluirá en el alcance la confección de terminales y el conexionado de la fibra óptica según las indicaciones de los PROVEEDORES al respecto, incluyendo cajas de empalme, latiguillos, conectores, etc.

### 3.3.7.2 NORMAS APLICABLES

Los cables recibidos serán diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo con las siguientes normas, entendiendo las mismas en su última edición vigente en el momento de realización del pedido:

- NORMAS PARA CABLES B.T.
  - UNE-EN 60228.
  - UNE-EN 60229.
  - UNE-EN 60811.
  - UNE 21123.

- NORMAS PARA CABLES MT.
    - IEC60502.
    - UNE-HD 620.

### 3.3.7.3 EMBALAJE, MARCADO Y ENVÍO

Los cables irán embalados en bobinas de madera o metálicas, que deberán llevar una placa metálica con las siguientes inscripciones:

- Nombre y marca del fabricante.
- № de serie del cable.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Sección del conductor.
- Longitud de la pieza en metros.
- Peso total de la bobina, en kg.
- Indicación, en cada bobina, del origen y destino del cable contenido.
- № de Bobina.

Además, los cables quedarán etiquetados una vez instalados, para que se pueda conocer qué equipos están conectados en sus extremos.

La distribución de cables en las diferentes bobinas, así como las longitudes de los contenidos de las mismas se eligen de forma que se puedan realizar las diferentes tiradas, sin necesidad de realizar empalmes intermedios.

### 3.3.7.4 DOCUMENTACIÓN

- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR EN LA OFERTA

El suministrador preparará un documento de oferta que incluirá los siguientes aspectos:

- Lista de excepciones del presente Pliego. Las excepciones no incluidas en esta lista de excepciones no tendrán validez contractual.
- Folleto descriptivo de los cables ofertados.
- Folleto descriptivo de los terminales ofertados.
- El ofertante deberá además incluir en su oferta un ejemplar totalmente cumplimentado de las Hojas de Datos Técnicos, requisito sin el cual la oferta no será tomada en consideración.

- DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR DESPUÉS DE PEDIDO

El ofertante deberá presentar en su propuesta, la siguiente información por triplicado en el plazo máximo de tres (3) semanas desde la fecha en la que se ha cursado el pedido:

- Plano certificado de dimensiones generales del cable de potencia, terminales y accesorios incluyendo, pero no limitándose, a lo siguiente:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Diámetro exterior de los cables de potencia.
- Dimensiones de los terminales.
- Radios mínimos de curvatura de los cables.
- Pesos de los mismos.

- Instrucciones de almacenamiento en obra, montaje y mantenimiento.
- Plan de fabricación y acopios.
- Certificados de ensayos.
- Protocolos de ensayos de recepción en fábrica.
- Protocolos de ensayo de rutina.
- Protocolos completos de ensayo tipo.

Toda la documentación definitiva deberá presentarse a la aprobación de la PROPIEDAD previamente al acopio y construcción; deberá llevar indicación de confirmación de pedido y el número del mismo.

De toda la documentación definitiva se entregarán el número de copias que LA PROPIEDAD estime necesarias además de los archivos DWG de los planos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.3.7.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE INSTALACIÓN DE CABLEADO SUBTERRÁNEO

- CAMPO DE APLICACIÓN

Este pliego se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Media Tensión, bien por zonas urbanas o no urbanas, así como cables de comunicaciones y fibra óptica.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

En todo caso en zona no urbana, sólo serán entubadas las que así indiquen el proyecto correspondiente, como pasos de calles o arroyos, etc.

- NORMAS APLICABLES

Las canalizaciones a instalar estarán diseñadas, fabricadas y ensayadas según arreglo a la norma UNE EN 61386-24.

- EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas de la profesión.

**TRAZADO**

El trazado será los más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos fachadas de los edificios principales, en el caso de zonas urbanas.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar. En el caso de zonas rurales estas se marcarán con estacas del tipo usado en topografía.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

#### APERTURA DE ZANJAS

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procura dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras otras conducciones.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes, para canalizaciones de baja tensión: profundidad de 80 cm - anchura de 70 cm. En media tensión; hasta 36kV: profundidad 100 cm - anchura de 60 cm.

### Cable entubado

Serán las zonas indicadas, en proyecto o especificaciones.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de P.V.C., cemento, fibrocemento, fundición de hierro, etc. de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1.6 veces el diámetro del cable del haz de cables.

En el caso de tubo corrugado, será de polietileno de alta densidad, con pared interior lisa, UNE-EN-50086-2-4.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente, después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización, situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m, según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el cable estas cajas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento, en ningún caso los registros superarán los 50 m.de tramos de tubos rectos.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún estos, se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 metros.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado, provistas de argollas o ganchos que faciliten de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables, se cubrirán con los materiales necesarios.

En el caso de cruce de pequeños arroyos se colocará el tubo de paso hormigonado por debajo del curso natural del mismo, así como en el caso de acequias etc.

Se tomará la precaución de hormigonar también los lados de las zanjas para que el agua no discurra por las mismas, en forma de pared sobre la sección de la misma.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133022
VISADO

## Cable directamente enterrado

Es La disposición más normal. El proceso será el siguiente:

- Limpieza de la zona de influencia de la canalización 3-4 m, en su zona superficial de material suelto y tierra vegetal, a modo de pista para poder trabajar posteriormente con medios mecánicos.
- Los materiales de excavación se echarán al lado contrario de esta pista.
- Apertura de zanja de 1 m de profundidad mínima y de una anchura mínima 0,6 m.
- Nivelado y limpieza de la misma.
- Capa de arena de 0,1 a 0,15 m.
- Tendido de cables y F.O. por extremos distintos de la sección de zanja, en los cruzamientos se separarán 20 cm mínimo con cerámica.
- Capa de arena de 0,15 m por encima de éstos.
- Protección mecánica de cables a base de ladrillos o placas de protección plásticas de 1.000 x 250 mm de Pensa o similar. Ref 50011003, según recomendación UNESA 0205B.
- Relleno de material de excavación, sin piedras ó cribada hasta 0,5 m del borde, compactada.
- Colocación de cinta señalización de “Cables eléctricos”.
- Relleno de material de excavación hasta el borde.
- Si fueran zonas transitadas, los últimos 20 cm serán hormigonados.
- Si fueran zonas asfaltadas, posteriormente al hormigonado se aplicaría una capa de asfalto de 7 cm.
- En zonas rurales, se colocarán cada 50 m y ángulos, probetas de hormigón a modo de señalizadores del recorrido,el Director de Obra podrá optar por otro tipo de señalización como placas de hormigón etc.

### TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se harán siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; así mismo, no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta para barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

**TENDIDO DE CABLES**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

En el caso de cables de fibra óptica o comunicaciones, estas medidas, serán consultadas en la información del fabricante. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se pueden tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por mm² de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante el mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para mediar dicha tracción. Estará prohibido el empleo de máquinas de arrastre sin dinamómetro, cuya fuerza de tiro supere la tracción aconsejada.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable, en este caso.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras.

El cable de F.O: y de comunicaciones, el tendido se procurará que sea manual, o con cabrestantes especiales para dicho cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas y otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional, se autorizará a desenrollar al cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra y cuándo se utilizasen carros portabobinas de forma que se evite el deslizamiento de cables sobre el terreno.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable. La arena será de una calidad tal, que incluso a través del tiempo su estado será suelto y no se apelmace formando un todo, con el resto de material de relleno de la zanja.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja, sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0´50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302

contratista, deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado, y en su parte superior se realizarán canales o afianzamientos transversales para desviar las aguas del trazado de la zanja.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares.

Se recomienda colocar en cada 50 m por fase vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.

Donde sea necesario en las tres fases de M.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos en forma de triángulo por circuito.

Nunca se pasarán dos circuitos de M.T., bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo, en el caso de varios circuitos trifásico directamente enterrados, se procurará separar estos al menos 10 cm.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto, o en su defecto, donde señale el Director de la Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo, o sistema similar que evite la entrada de material en ellos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 913302
VISADO

### PROTECCIÓN MECÁNICA

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm. cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal. Los ladrillos o rasillas serán cerámicos. Podrán ser sustituidas por placas de plástico.

### SEÑALIZACIÓN

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

### IDENTIFICACIÓN

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

### CIERRE DE ZANJAS

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto, deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 30 cm. de espesor, las cuales serán apisonadas regadas si fuera necesario con el fin que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

**REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general, se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

**PUESTA A TIERRA**

Todas las pantallas en M.T. de los cables deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentran bajo la acera, próximas a cables eléctricos, aunque las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios, con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables (caso de cables armados).

Distancia mínima de 0,50 m. entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

**TENSIONES TRANSFERIDAS EN M.T.**

Con motivo de un efecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de los cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra y al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales, como medida de seguridad durante la fase de trabajos.

**MONTAJES DIVERSOS**

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc. deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

En el caso de uniones en M.T. de cajas terminales a seccionador o interruptor, los vanos serán cortos de forma que los esfuerzos electrodinámicos que puedan producirse no sean con ocasión de cortocircuito entre fases.

### 3.3.7.6 SECCIONES DE ZANJA TIPO

Las secciones de la zanja tipo están reflejadas en el plano nº PHAL-5.3.

### 3.3.7.7 ENSAYOS – CONTROL DE CALIDAD

Serán los indicados en especificaciones y como mínimo las indicadas en las normas UNE.

- Ensayos de fábrica aportados por el fabricante.
- Comprobación visual de estado de bobinas, embalajes y cables.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 3302

- Comprobación de aislamiento antes del tendido y después del tendido con Meger de 5.000 V para tensiones superiores a este.
- Timbrado e identificación de los extremos de cable y señalización según lista de cables.
- Comprobación de conexiones, aprietes, etc.
- Otras pruebas necesarias para comprobar la calidad.

Elaboración de impreso de control de calidad por circuito, que recoge los puntos anteriores firmados por el Contratista y la Propiedad.

En el caso de cables de F.O. se certificará las atenuaciones de la comunicación y el buen estado de las mismas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 4 RESTAURACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Se realizará según se establezca en la Declaración de Impacto Ambiental y resto de documentos vinculantes.

Las pistas se dejarán lo más accesibles posibles para futuras revisiones y reparaciones, aplicando el mínimo espesor de tierra vegetal.

En ningún caso se dejarán abandonados el resto de materiales empleados y se evitará agresiones innecesarias al entorno.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 5 PROTECCIONES Y MEDIDA

Las características de los elementos de maniobra y protección, así como medida coincidirán exactamente con las especificadas en la Memoria del presente proyecto y esquema unifilar.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida se encontrarán precintados por la empresa distribuidora. El instalador autorizado sólo podrá abrir los precintos con el consentimiento escrito de la compañía distribuidora. En caso de peligro pueden retirarse los precintos sin consentimiento de la compañía eléctrica; siendo en este caso obligatorio informar a la compañía distribuidora de inmediato.

Los equipos de medida deberán cumplir todo lo establecido en el Reglamento de Puntos de Medida recogido en el Real Decreto 1110/200, así como la reglamentación particular de la compañía eléctrica.

## 5.1 PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra cumplirá con las especificaciones recogidas en la Memoria del presente proyecto.

Los empalmes entre conductores se realizarán mediante soldaduras de tipo aluminotérmico de sistema CADWELD o similar.

El suministro y montaje se considera integrado por:

- Puesta a tierra de aerogeneradores, módulos, inversores y centros de transformación.
- Zanjas de BT y MT con cable de puesta a tierra.
- Red de tierras del edificio eléctrico y de control.

### 5.1.1 NORMAS APLICABLES

La instalación de puesta a tierra cumplimentará la reglamentación y normativa siguiente, que es de aplicación:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, según el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión e Instrucciones complementarias. En particular la ITC-BT-18 "Instalaciones de puesta a tierra"
- UNE-EN 60228.

### 5.1.2 ENSAYOS

Se comprobará la continuidad de la línea de enlace de tierras, entre el centro de transformación y el centro de seccionamiento.

Se procederá a la comprobación de las soldaduras aluminotérmicas, mediante corte de un muestreo ('5%) de las mismas para verificar la ausencia de porosidades.

Se verificará, mediante telurómetro, la resistencia de difusión a tierra del sistema general de tierras y de cada centro de transformación.

Mediante inyección de 5 A, como mínimo, se procederá a la medición de las tensiones de paso y de contacto, en los puntos de acceso al centro de transformación y en la periferia de éste.

Los resultados deberán ser inferiores a los admisibles según los cálculos.

Si los valores obtenidos, no fueran los adecuados, se adoptarán las reformas o ampliaciones necesarias de acuerdo con la DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 5.1.3 COMPONENTES NO RECOGIDOS EN ESTE PLIEGO DE CONDICIONES

Todos los componentes no recogidos en este pliego de condiciones y que sean susceptibles de utilización en el proyecto, deberán cumplir con las especificaciones apuntadas en el mismo, así como las normas aplicables a dicho componente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 6 CARÁCTER DE ESTE CONTRATO

Es voluntad de ambas partes contratantes, que una vez aceptado el presente Pliego de Condiciones tenga, respecto a su cumplimiento la misma fuerza y valor que una escritura pública, debidamente otorgada con el reintegro correspondiente a la Hacienda. Tanto la PROPIEDAD, como EL CONTRATISTA, se reservan la facultad de elevar este documento a escritura pública, en cualquier estado de la obra.

Los impuestos, serán del exclusivo cargo de la Contrata, así como todas las demás contribuciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
Firmado digitalmente por 11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
DN: cn=11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007), c=ES, o=ALCORNOQUE SOLAR SL, email=GAC@GRUPOIBEREOLICA.COM
Fecha: 2026.04.15 17:19:17 +02'00'

ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
Firmado digitalmente por ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
DN: cn=ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D, c=ES
Fecha: 2026.04.15 16:40:30 +02'00'

**LA PROPIEDAD:**
**ALCORNOQUE SOLAR S.L.U.**

**Fdo.: D. Gregorio Álvarez Cabreros**
**Ingeniero Técnico Industrial**
**Nº de Colegiado:13.302**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# DOCUMENTO Nº6

# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

# INDICE


**1 INTRODUCCIÓN ..... 6**

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS ..... 6
*1.1.1 DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 6*
*1.1.2 EMPLAZAMIENTO ..... 6*
*1.1.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES ..... 6*

**2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PARQUE EÓLICO ..... 7**

2.1 INTRODUCCIÓN ..... 7
*2.1.1 Objeto del proyecto ..... 7*
*2.1.2 Características de las obras a realizar ..... 7*
*2.1.3 Aplicaciones de la seguridad y prevención de los riesgos ..... 9*
*2.1.4 Manual de seguridad y salud en el trabajo ..... 11*

2.2 ESTRUCTURACIÓN Y RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN DE SEGURIDAD ..... 12
*2.2.1 Responsabilidades de organización ..... 12*
*2.2.2 Estructura ..... 14*
*2.2.3 Primeros auxilios ..... 14*
*2.2.4 Procedimientos de emergencia ..... 14*
*2.2.5 Vigilancia de la salud ..... 15*
*2.2.6 Información y comunicación ..... 15*
*2.2.7 Implementación y validez del manual de salud y seguridad ..... 15*

2.3 COMUNICACIÓN EN EL EMPLAZAMIENTO ..... 16

2.4 REGLAS Y NORMAS ..... 17
*2.4.1 Requerimientos del equipo de protección personal (epp) durante el periodo de oms ..... 17*
*2.4.2 Procedimientos establecidos ..... 17*
*2.4.3 Equipo de protección personal ..... 18*
*2.4.4 Trabajos a grandes alturas ..... 18*
*2.4.5 Operación manual ..... 20*
*2.4.6 Elevación mecánica ..... 20*
*2.4.7 Trabajos que requieren dos personas ..... 21*
*2.4.8 Trabajos que requieren una sola persona ..... 21*
*2.4.9 Trabajos eléctricos de seguridad ..... 21*
*2.4.10 Espacios cerrados ..... 23*
*2.4.11 Trabajo con altas temperaturas ..... 23*
*2.4.12 Trabajos de excavación ..... 23*
*2.4.13 Operación por control remoto ..... 24*
*2.4.14 Licencia para realizar un trabajo ..... 24*
*2.4.15 Descargas eléctricas en el aerogenerador debido a los rayos ..... 24*
*2.4.16 Electricidad estática en las palas de los aerogeneradores ..... 24*
*2.4.17 Prevención contra incendios ..... 25*
*2.4.18 Transporte, descarga y almacenaje de materiales ..... 25*
*2.4.19 En los alrededores y dentro de los aerogeneradores ..... 25*
*2.4.20 Apertura de la puerta de la góndola ..... 25*
*2.4.21 Puesta en marcha del aerogenerador ..... 26*
*2.4.22 Aislamiento del aerogenerador o de sus componentes ..... 26*


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133102
VISADO

*2.4.23 Trabajos en el sistema de control y en el sistema de alta tensión ..... 26*
*2.4.24 Re-torquing del controlador ..... 26*
*2.4.25 Detección de errores en el armario del controlador ..... 27*
*2.4.26 Avance de fase ..... 27*
*2.4.27 Uso del ohmímetro ..... 28*
*2.4.28 Medición del consumo de energía del sistema de orientación ..... 28*
*2.4.29 Conexión de los terminales del generador ..... 29*
*2.4.30 Nivel de ruido cuando se trabaja ..... 30*
*2.4.31 Inspección rutinaria y mantenimiento en la torre del aerogenerador, a nivel de tierra ..... 30*
*2.4.32 Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola ..... 30*
*2.4.33 Inspección del intercambiador de aceite de la góndola ..... 30*
*2.4.34 Inspección del sistema de freno mecánico ..... 31*
*2.4.35 Inspección del generador ..... 31*
*2.4.36 Inspección de los sensores ..... 31*
*2.4.37 Inspección del sistema de orientación ..... 31*
*2.4.38 Inspección del controlador del aerogenerador ..... 31*
*2.4.39 Lubricación de los elementos de la góndola ..... 32*
*2.4.40 Mantenimiento de los equipos de la góndola ..... 32*
*2.4.41 Apriete de los pernos ..... 33*
*2.4.42 Sustitución del rotor o de las palas ..... 33*
*2.4.43 Sustitución de los extremos de pala en palas instalada ..... 35*
*2.4.44 Sustitución del multiplicador y de la unidad eje rotor ..... 36*
*2.4.45 Sustitución del generador ..... 38*
*2.4.46 Sustitución del sistema de orientación ..... 39*
*2.4.47 Sustitución de las zapatas de freno del sistema de orientación ..... 40*
*2.4.48 Sustitución de los discos de fricción ..... 41*
*2.4.49 Sustitución de la unidad hidráulica ..... 41*

2.5 SUSTITUCIÓN DEL FRENO MECÁNICO ..... 43

2.6 PRÁCTICAS PARA LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO ..... 45

2.7 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD Y ELEVACIÓN ..... 46

2.8 MANIPULACIÓN DE MATERIAL ..... 47

2.9 PROCEDIMIENTO EN CASO DE ACCIDENTE ..... 48

2.10 INFORME DE ACCIDENTES E INCIDENTES PELIGROSOS ..... 49
*2.10.1 Responsabilidades ..... 49*
*2.10.2 Procedimientos para la Investigación ..... 49*
*2.10.3 Registro ..... 50*

2.11 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE EMERGENCIA ..... 51
*2.11.1 Responsabilidades ..... 51*
*2.11.2 Servicios de emergencia. ..... 51*
*2.11.3 Procedimientos. ..... 51*
*2.11.4 Informe ..... 53*

2.12 AUDITORÍAS DE SEGURIDAD ..... 54

2.13 INFORMACIÓN Y FORMACIÓN ..... 55
*2.13.1 Concienciación de la seguridad ..... 55*
*2.13.2 Procedimientos en caso de emergencia ..... 55*
*2.13.3 Procedimientos de Formación ..... 55*
*2.13.4 Manipulación Manual ..... 55*


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org/cvds
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 30013302
VISADO

*2.13.5 Inspección visual y uso del equipo de seguridad ..... 55*
*2.13.6 Inspección visual y uso del equipo de elevación ..... 55*
*2.13.7 Primeros Auxilios ..... 55*
*2.13.8 Registros de formación ..... 55*

**3 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA ..... 56**

3.1 INTRODUCCIÓN ..... 56
*3.1.1 Objeto ..... 56*
*3.1.2 Características de las obras ..... 58*

3.2 MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA ..... 61
*3.2.1 Movimiento de tierras ..... 61*
*3.2.2 Cimentaciones ..... 61*
*3.2.3 Extendido de zahorra ..... 61*
*3.2.4 Colocación de cable eléctrico ..... 61*
*3.2.5 Obras de fábrica ..... 62*

3.3 DISPOSICIONES SOBRE EQUIPOS DE TRABAJO ..... 63
*3.3.1 Disposiciones mínimas generales aplicables ..... 63*
*3.3.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a determinados equipos ..... 65*

3.4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES EVITABLES ..... 67

3.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES NO EVITABLES ..... 68
*3.5.1 Movimiento de tierras ..... 68*
*3.5.2 Cimentaciones ..... 70*
*3.5.3 Estendido de zahorra ..... 72*
*3.5.4 Colocación de cable eléctrico ..... 72*
*3.5.5 Obras de fábrica ..... 73*
*3.5.6 Instalaciones eléctricas ..... 73*
*3.5.7 Circulación ..... 74*
*3.5.8 Medios auxiliares y maquinaria ..... 74*
*3.5.9 Riesgos producidos por agentes atmosféricos ..... 74*
*3.5.10 Riesgos de incendios ..... 75*
*3.5.11 Riesgos de daños a terceros ..... 75*

3.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ..... 76
*3.6.1 Normas o medidas de prevención ..... 76*
*3.6.2 Protecciones colectivas ..... 98*
*3.6.3 Equipos de protección individual ..... 103*
*3.6.4 Formación e información ..... 107*
*3.6.5 Medicina preventiva y primeros auxilios ..... 108*

3.7 PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS ..... 109

3.8 SERVICIOS HIGIÉNICOS ..... 110

3.9 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ..... 111
*3.9.1 Objeto ..... 111*
*3.9.2 Normativas legales de aplicación ..... 111*
*3.9.3 Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras ..... 113*
*3.9.4 Condiciones de los medios de protección ..... 114*
*3.9.5 Instalaciones provisionales para trabajadores ..... 130*
*3.9.6 Asistencia sanitaria y accidentes ..... 131*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 001330
VISADO

*3.9.7 Accesos y señalización ..... 134*
*3.9.8 Servicios afectados ..... 134*
*3.9.9 Plan de seguridad y salud ..... 139*
*3.9.10 Medición y abono de seguridad y salud en el trabajo ..... 139*

**4 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 140**

4.1 PROTECCIONES PERSONALES ..... 140
4.2 PROTECCIONES COLECTIVAS ..... 141
4.3 PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA ..... 142
4.4 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS ..... 142
4.5 VIGILANCIA Y FORMACIÓN ..... 142
4.6 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR ..... 143
4.7 RESUMEN DE PRESUPUESTO POR PARTIDAS ..... 143

**5 PLANOS ..... 144**

5.1 SEÑALIZACIÓN ..... 144
5.2 TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS ..... 146
5.3 BARANDILLA DE PROTECCIÓN ..... 147
5.4 PROTECCIÓN EN ZANJAS I ..... 148
5.5 PROTECCIÓN EN ZANJAS II ..... 149
5.6 BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA ..... 150
5.7 TERRAPLENES Y RELLENOS ..... 151
5.8 CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I ..... 152
5.9 CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II ..... 153
5.10 EQUIPOS PARA TRABAJO EN ALTURA I ..... 154
5.11 EQUIPO PARA TRABAJOS EN ALTURA II ..... 155
5.12 RIESGOS ELÉCTRICOS I ..... 156
5.13 RIESGOS ELÉCTRICOS II ..... 157
5.14 RIESGOS ELÉCTRICOS III ..... 158
5.15 RIESGOS ELÉCTRICOS IV ..... 159

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 00133

5.16 RIESGOS ELÉCTRICOS V ..... 160

5.17 TRABAJOS DE SOLDADURA ..... 161

5.18 MANIPULACIÓN DE CARGAS I ..... 162

5.19 MANIPULACIÓN DE CARGAS II ..... 163

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 1 INTRODUCCIÓN

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

## 1.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria general del proyecto, por lo que en este apartado se recogen de forma resumida sus características principales.

### 1.1.1 DATOS DEL PROYECTO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Denominación del Proyecto:

PROYECTO DE EJECUCIÓN PROYECTO HÍBRIDO ALCORNOQUE.

### 1.1.2 EMPLAZAMIENTO

El Proyecto Híbrido Alcornoque está ubicado en los términos municipales de Paredes de Nava, Perales y Becerril de Campos, en la provincia de Palencia, Castilla y León, según implantación descrita en la memoria y planos del proyecto.

### 1.1.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES

El presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a la cantidad de: 35.200.732,44€ (TREINTA Y CINCO MILLONES DOSCIENTOS MIL SETECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS, CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)

El plazo de ejecución para la realización de la presente obra se ha estimado en veintidós (22) meses.

Sobre la base de los estudios de planeamiento de la ejecución de la obra, se estima que el número máximo de operarios trabajando simultáneamente en el proyecto alcanzará la cifra de cien (100) personas.

De acuerdo con el artículo 4.1 del R.D. 1627/1997 y según los parámetros anteriores, se desprende la necesidad de elaborar un Estudio de Seguridad y Salud de cara a evaluar los riesgos existentes y las medidas preventivas adoptadas.

Este documento se ha estructurado para describir a continuación, por separado, los Estudios de Seguridad y Salud de cada una de las dos instalaciones que forman parte del proyecto: el parque eólico y la planta fotovoltaica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DEL PARQUE EÓLICO

## 2.1 INTRODUCCIÓN

### 2.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El documento de seguridad y salud en el trabajo tiene por objeto definir los riesgos derivados de las operaciones y tareas necesarias para la ejecución de los trabajos descritos en este proyecto de construcción así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, y mantenimiento y de las medidas de precaución y prevención mínimas a considerar para evitar o atenuar lo más posible las consecuencias de accidentes y/o enfermedades profesionales que pudieran ocasionarse durante la ejecución de los mismos.

Servirá para dar unas directrices básicas a las empresas contratistas para llevar a cabo sus obligaciones en el ámbito de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con la Normativa vigente. El Epecista aportará un PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO que englobará todas las tareas que hay que ejecutar para la construcción del Parque Eólico, bajo la modalidad "Llave en Mano".

Cuando la Dirección Facultativa observase incumplimiento en las medidas de seguridad que a continuación se indican, o en cualquier otra que, por razones de la buena práctica, así considere se deba respetar, advertirá al Contratista de ello, dejando constancia en el Libro de Incidencias, y en caso de riesgo grave o inminente, está facultado para disponer la paralización de los trabajos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS A REALIZAR

La obra a realizar para la que se redactan estas especificaciones consiste en la construcción de un Parque Eólico, dentro del proyecto híbrido que se describe en esta documentación, en el término municipal de Paredes de Nava (Palencia). El proyecto de construcción del Parque consta básicamente de los siguientes trabajos:

1. construcción de caminos de acceso a los aerogeneradores.
2. excavaciones de cimentación de aerogeneradores, explanaciones, apertura de zanjas, desmontes y terraplenados en terrenos fundamentalmente de consistencia dura.
3. construcción de cimentaciones de aerogeneradores de hormigón armado, para la sustentación de los aerogeneradores.
4. construcción de edificio eléctrico y de control, para albergar los equipos de distribución de energía eléctrica e infraestructura de evacuación a la red.
5. realización de instalaciones electromecánicas de los edificios.
6. montaje de los aerogeneradores que componen el Parque Eólico.
7. montaje de la infraestructura eléctrica.
8. montaje del sistema eléctrico que compone el centro de transformación.

#### 2.1.2.1 Accesos.

Los accesos al área del Proyecto se realizarán desde la carretera P-961, que une las poblaciones de Villoldo y Paredes de Nava. El acceso principal, en el kilómetro P.K. 10+175, se realizará para llegar a todos los aerogeneradores del parque: al Sureste, para aproximarse a los aerogeneradores del Nº 3 al Nº 7; y al Noroeste para los aerogeneradores Nº1 y Nº 2.

Para comunicar los aerogeneradores del parque entre sí será necesaria la construcción de viales interiores del parque cuyo trazado se ha diseñado a partir de topografía real del terreno intentando minimizar las pendientes resultantes y con ello los movimientos de tierras necesarios para su construcción.

### 2.1.2.2 Interferencias y servicios afectados.

Se considera que existe la posibilidad de interferencia entre los vehículos necesarios para la realización de la obra y la circulación normal por la carretera provincial aunque ésta, en general, es escasa.

### 2.1.2.3 Maquinaria y medios auxiliares.

Se prevé el empleo de, al menos, la siguiente maquinaria y medios auxiliares:

1. palas cargadoras.
2. retroexcavadoras.
3. camiones basculantes de transporte.
4. camiones con grúa para autodescarga.
5. camiones hormigonera.
6. camión-bomba para hormigonado.
7. camiones-dumper.
8. cizalla y dobladora de ferralla.
9. vibrador de hormigón.
10. mesa con sierra de tipo disco para madera.
11. mesa tronzadora para ladrillo y bloques de hormigón prefabricado.
12. radial.
13. andamios metálicos tubulares autoportantes.
14. andamios de borriqueta.
15. escaleras de mano.
16. compresor.
17. martillos rompedores autopropulsados y manuales.
18. grupos de soldadura y sopletes oxiacetilénicos.
19. grúas.
20. herramientas de alta y baja tensión.

### 2.1.2.4 Riesgos derivados de las tareas.

Se indican a continuación los riesgos que se prevé puedan producirse durante la ejecución de las obras debidas a la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de las mismas:

Riesgos profesionales

Se consideran como tales los derivados de los trabajos necesarios para la realización de las obras, independientemente de su naturaleza y origen, y que puedan ser sufridos por el personal empleado en la obra durante el plazo de ejecución de los trabajos. Se prevé que los más frecuentes serán los siguientes:

1.- caídas del personal.

2.- caídas de material, herramientas y/o elementos constructivos.

3.- hundimientos por inestabilidad de los elementos constructivos o del terreno.

4.- derrumbamientos del terreno.

5.- choques y/o vuelcos de vehículos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

6.- atropellos del personal.

7.- cortes, pinchazos, golpes y atrapamientos producidos por máquinas, herramientas, materiales, etc.

8.- sobre-esfuerzos del personal.

9.- explosiones.

10.- incendios.

11.- lesiones cutáneas, auditivas, oculares, electrocuciones, quemaduras, etc.

Riesgo de daños a terceros

Dado que no se permitirá el paso a la obra de personas ajenas a la misma, no se prevé se produzcan accidentes que afecten a terceras personas y a sus bienes a no ser que se produzcan por elementos de la obra con alcance exterior, como los vehículos de transporte. Por tanto, se considera que existen los siguientes riesgos de daños a terceros:

1.- atropellos.

2.- colisiones de los vehículos y/o vuelcos.

### 2.1.3 APLICACIONES DE LA SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS

A continuación, se indican las medidas mínimas a considerar para lograr y mantener un nivel de seguridad óptimo durante la ejecución de las obras de modo que se eviten o atenúen los efectos de los riesgos en el trabajo.

#### 2.1.3.1 Protecciones individuales.

1.- casco homologado para todas las personas presentes en la obra.

2.- gafas protectoras anti-polvo y anti-impactos.

3.- mascarillas.

4.- yelmo de soldador.

5.- protectores auditivos.

6.- cinturones de seguridad específicos de cada trabajo.

7.- cinturones antivibratorios.

8.- mandil de cuero.

9.- comprobadores de corriente.

10.- guantes de cuero y anti-corte.

11.- guantes de goma para albañilería y trabajos con hormigón.

12.- guantes dieléctricos.

13.- monos o buzos de trabajo adecuados.

14.- botas de seguridad homologadas para cada clase de trabajo.

#### 2.1.3.2 Protecciones y medidas de seguridad colectivas.

1.- vallado de las zonas donde se ejecuten los trabajos.

2.- vallado y señalización de las zonas donde se efectúen vaciados.

3.- marquesina de protección de caídas de objetos.

4.- señalización:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00003302
VISADO

a.- de entrada y salida de vehículos.

b.- de peligro en las proximidades de la obra.

c.- de prohibición del paso a personas ajenas a la obra.

d.- indicadora de riesgo eléctrico.

e.- indicadora de caídas a distinto nivel y de caída de objetos.

f.- indicadora de peligro de incendio.

5.- redes de seguridad.

6.- mallazo resistente en huecos horizontales.

7.- barandillas de protección de 1 m de altura en bordes a diferente nivel y escaleras.

8.- cables y puntos de amarre para cinturones de seguridad.

9.- puesta a tierra de instalaciones eléctricas.

10.- válvulas anti-retroceso para las botellas de los equipos de soldadura.

11.- señalización acústica para la marcha atrás en retroexcavadoras, camiones, etc.

12.- indicaciones de zona de seguridad para el movimiento de la maquinaria pesada con prohibición de permanecer en el radio de acción de la misma.

13.- rampas de acceso uniformes y con pendiente inferior al 20 %.

14.- prohibición de desplazamiento de los vehículos a distancias inferiores a los 2 m del borde de zanjas.

15.- prohibición de transportar personas en vehículos o en partes no aptas para ello.

16.- velocidad de desplazamiento de vehículos limitada a 20 km/h.

17.- andamios con estabilidad horizontal y vertical asegurada y sin herramientas al final de cada jornada.

18.- escaleras de mano con zapatas antideslizantes en la parte inferior.

19.- botellas para soldadura con sus correspondientes caperuzas y correctamente almacenadas cuando no se utilicen.

20.- colocación de entibaciones cuando exista peligro de derrumbamiento a juicio de la Dirección Facultativa.

21.- prohibición de permanecer en la zona de elevación de cargas por medios mecánicos, la cual se realizará evitando que pasen por encima del personal.

22.- almacenamiento de los materiales de obra en lugares adecuados, secos, protegidos de la intemperie y ordenados. Los materiales peligrosos se almacenarán en lugares exclusivos y claramente indicados para ello.

23.- prohibición de trabajar en zonas con altura cuando la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

24.- toda persona que manipule conductores y equipos eléctricos deberá llevar puestos guantes y botas aislantes.

25.- durante la ejecución de las soldaduras se vigilará la dirección de la llama no realizándose estas operaciones en las proximidades de material inflamable.

26.- se impartirá formación en materia de seguridad e higiene en el trabajo al personal de obra.

27.- se dispondrá de servicios higiénico-sanitarios suficientes y completamente dotados para el número de trabajadores en actividad simultánea.

28.- se acatará cualquier decisión que adopte la Dirección Facultativa en materia de seguridad e higiene.

Se resalta que la mejor protección de riesgos, tanto profesionales como a terceros, es la correcta utilización de equipos, materiales y herramientas, así como la ejecución de cualquier tipo de trabajo por parte de personal consciente y especializado en su labor profesional.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 2.1.4 MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El Manual de Seguridad y Salud describe las normas de seguridad y salud, así como su práctica. Además, incluye cómo cumplir con los procedimientos de seguridad durante la instalación, la operación, el mantenimiento y el servicio de los aerogeneradores.

Este manual debe emplearse juntamente con los manuales que a continuación se detallan:

- Periodo de instalación:
  - Manual de Instalación.
  - Libro de Referencia para el personal de Servicio.
  - Manual de seguridad en la Instalación (si es aplicable).
  - Registros de Seguridad y Salud.

- Periodo de Servicio y Mantenimiento:
  - Manual de Servicio.
  - Manual de Operación.
  - Libro de Referencia para el Personal de Servicio.
  - Registros de Seguridad y Salud.

El Manual de Seguridad y Salud está sujeto a revisión, basándose en la experiencia y en los cambios de legislación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.2 ESTRUCTURACIÓN Y RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN DE SEGURIDAD

### 2.2.1 RESPONSABILIDADES DE ORGANIZACIÓN

Con el propósito de garantizar que la seguridad y salud se dirige correctamente dentro de la organización, se han asignado una serie de responsabilidades.

- Durante la instalación, operación, mantenimiento y servicio del proyecto el **Director Gerente** acepta la responsabilidad global de la salud, seguridad y bienestar de todas las personas trabajando en el proyecto con relación a las obligaciones contractuales.
- Sobre el cumplimiento de las obligaciones contractuales, el **Propietario** de los aerogeneradores asumirá la responsabilidad global.

**El Director del Proyecto** tiene la responsabilidad global de la Seguridad y Salud durante la instalación del proyecto, y el **Director de Servicio de Área** tiene responsabilidad global durante el periodo de Servicio y Mantenimiento. El **Supervisor del Emplazamiento** es el responsable del control específico y coordinación de cualquier trabajo o acción llevada a cabo. Ningún trabajo puede ser realizado sin el conocimiento previo y la aprobación del Director de Proyecto/Director de Servicio de Área y el Supervisor del Emplazamiento. El Director de proyecto / Director de Servicio de Área y el Supervisor del Emplazamiento son los responsables de asegurar que la política de seguridad llevada a cabo dentro de las áreas de las que son responsables. Ellos deben supervisar el lugar de trabajo para asegurar que las condiciones de seguridad se mantienen. Allá donde se detecten riesgos el Director de proyecto/Director de Servicio de Área y el Supervisor del Emplazamiento deben asegurarse de que se rectifican, hasta el punto que sea posible realizarlo.

Dentro de los deberes de Dirección/Supervisión se incluyen los siguientes:

- Asegurarse de que los empleados, contratistas y visitantes están al tanto de los procedimientos de seguridad.
- Comprobar que todos los equipos y los materiales usados son los adecuados para trabajar y se mantienen en buenas condiciones, esto incluye el facilitar y hacer un mantenimiento regular.
- Proporcionar la adecuada formación, información, instrucción y supervisión para asegurar que el trabajo se realiza con seguridad.
- Tomar las medidas apropiadas con rapidez, para investigar y rectificar cualquier riesgo para la salud y la seguridad relacionadas con la actividad en el trabajo.
- Dar a conocer a la dirección cualquier elemento de seguridad y salud que requiera su atención.
- Asegurarse de que todos los accidentes y "los fallos ocasionados" son registrados, de que se informa de ellos adecuadamente y de que se realiza una investigación para aclarar los hechos que los han causado.
- Mantener un acceso y una salida seguros para cualquier puesto de trabajo en cualquier situación.

Otros Directores o Supervisores con áreas habituales de trabajo serán informados de cualquier deber específico en salud y seguridad. (Por ejemplo, el director de compras conseguirá hojas de los datos de seguridad de los materiales.

El **Director de Salud y Seguridad** es el responsable del control, la distribución y la actualización de toda la documentación, los procedimientos, el equipamiento y la certificación relacionados con la seguridad, incluyendo cursos de formación en seguridad, auditorias e inspecciones de todos los asuntos relacionados con la seguridad. El Director de Salud y Seguridad tiene un cargo permanente en el Comité de Seguridad, y asiste a todas las reuniones del Comité de Seguridad.

Todos los **empleados** deben:

- Tener un cuidado razonable con su propia salud y seguridad.
- Considerar la seguridad de las otras personas que pueden resultar afectadas por sus actos u omisiones.
- Trabajar de acuerdo con la información y formación recibidas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.coitim.es/validar-visado/
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 801302

- Abstenerse de maltratar intencionadamente o de actuar imprudentemente con algo que haya sido proporcionado por razones de seguridad o salud.
- Informar sin retraso a la persona responsable de cualquier defecto peligroso en la planta o en los equipos, o de la falta de alguno de los dispositivos de seguridad existentes.
- No emprender ninguna acción cuya autorización o preparación no haya sido dada.

El empleado que rechace el cumplimiento de las Normas de Seguridad y los Requerimientos Estatutarios se le hará abandonar el puesto de trabajo y podrá ser sometido a acciones disciplinarias según la legislación local.

El Representante para la Seguridad es escogido por los empleados para representarles en todos los asuntos concernientes a los elementos de seguridad y salud. El Representante para la Seguridad tiene un cargo permanente en el Comité de Seguridad, y asiste a todas las reuniones del Comité de Seguridad.

Todos los **Subcontratistas** están llamados a cumplir con la política en materia de Seguridad y Salud. Todos los subcontratistas y sus propios subcontratados, deben designar una persona que se responsabilice, junto con el Director del Emplazamiento de todos los aspectos relacionados con la seguridad.

Todos los subcontratistas están llamados a tener disponible una declaración de la política en cuestión de seguridad y llevarla en atención a sus empleados. Una copia de la declaración debe estar depositada en la dirección del emplazamiento junto con el nombre de la persona que es responsable de los asuntos de seguridad y salud en la compañía.

Cada subcontratista será responsable del aprovisionamiento de cualquier equipo de seguridad que sea necesario y se asegurará que esas personas que están bajo su control y que deben llevar ese equipamiento hayan recibido la formación adecuada para utilizarlo. El subcontratista mantendrá registros de formación y se asegurará que sólo la persona formada y autorizada utiliza dichos equipamientos.

Todos los subcontratistas se familiarizarán con los riesgos específicos del emplazamiento y las precauciones que se deben observar en cada caso. Cada subcontratista asegurará que todos esos riesgos son conocidos por todas las personas que estén a su cargo

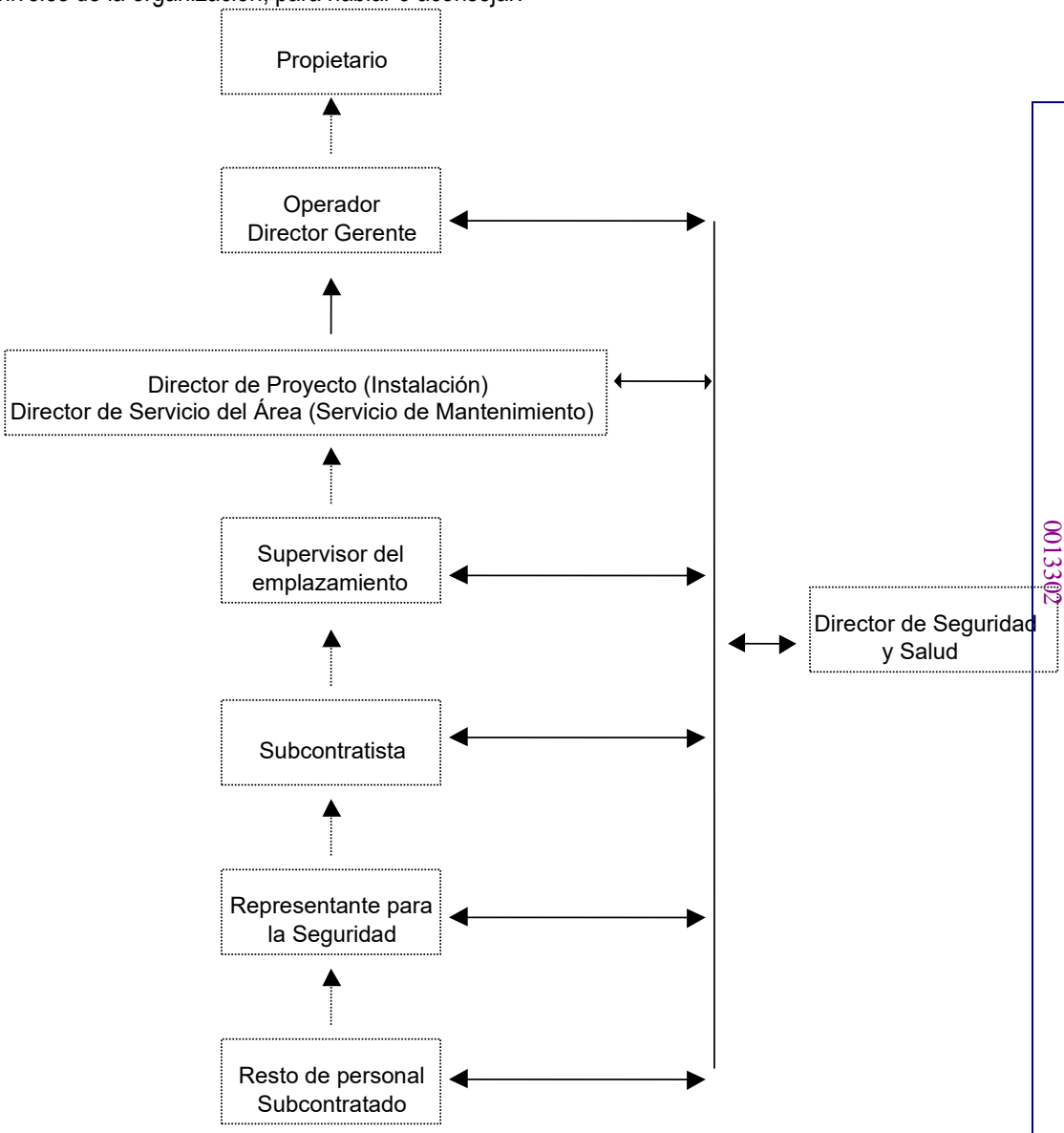
El **Comité de Seguridad** opera a dos niveles.

1. El Comité de Seguridad especifico del emplazamiento lo forman el Representante de la Propiedad, el Director de Seguridad y Salud o un representante autorizado, el Director de Proyecto / Director de Servicio de Area, el Supervisor del Emplazamiento y el Representante para la Seguridad. El principal objetivo de este Comité de Seguridad es el de asegurar que la política de salud y seguridad está actualizada, y de que todos los procesos de seguridad necesarios están disponibles y pueden ser utilizados por los trabajadores. El Comité de Seguridad se reunirá regularmente, y convocará reuniones extraordinarias cuando sea necesario.
2. El Comité de Seguridad interno lo forman el Director Gerente, el Director de Seguridad y Salud, el Director de Proyecto/Director de Servicio del Área y los representantes de departamentos tan relevantes como Investigación y Desarrollo, Producción, etc. El principal objetivo de este Comité de Seguridad es el de asegurar que la política de seguridad y salud está actualizada, y que todos los asuntos importantes son tratados en las reuniones del Comité de Seguridad específico del emplazamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 00133033
VISADO

### 2.2.2 ESTRUCTURA.

El siguiente diagrama indica la jerarquía en materia de seguridad para el proyecto. Es importante apreciar que el Director de Seguridad y Salud se encuentra fuera de la estructura de autoridad y está siempre disponible para todo el personal en todos los niveles de la organización, para hablar o aconsejar.




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 2.2.3 PRIMEROS AUXILIOS

La compañía mantendrá un número adecuado de personal de primeros auxilios para tratar accidentes menores y emergencias en el lugar de trabajo. Este personal tendrá la formación y la cualificación suficiente de acuerdo con los requerimientos estatutarios El personal certificado de primeros auxilios será identificado en la instalación.

### 2.2.4 PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

Los procedimientos en caso de emergencia están diseñados para dar aviso de peligro inminente y para permitir al personal trasladarse a un lugar de seguridad. Cada director/supervisor es responsable de asegurar que todos los empleados y visitantes en el área de responsabilidad son informados o están completamente familiarizados con los procedimientos de emergencia.

La formación en procedimientos de emergencia forma parte de la concienciación en temas de seguridad. Para refrescar los conocimientos se proporcionarán cursos de formación cuando sean necesarios.

Cuando sea necesario, se designará un responsable antiincendios para ayudar en las evacuaciones. Allá donde estén designados, se les darán las, instrucciones y la formación adecuada para asegurar su efectividad.

### 2.2.5 VIGILANCIA DE LA SALUD

Aseguraremos la vigilancia de la salud cuando sea requerida por las previsiones estatutarias, o cuando ésta resulte beneficiosa para el mantenimiento de la salud, la seguridad y el bienestar. De todos modos, desde que no se utilizan sustancias peligrosas, no se pueden prever las necesidades para la vigilancia de la salud.

### 2.2.6 INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Aseguraremos que la información adecuada y relevante relacionada con la salud, la seguridad y el bienestar en el puesto de trabajo se hace llegar al personal y a los que no son empleados. Ésta será del nivel de formaciones de iniciación y repaso, de acuerdo con la legislación e información de seguridad, y con las reuniones del comité de seguridad.

Las reuniones del Comité de Seguridad se celebrarán regularmente, durante las cuales se podrán tratar aquellas cuestiones que surjan, relacionadas con la seguridad y salud.

### 2.2.7 IMPLEMENTACIÓN Y VALIDEZ DEL MANUAL DE SALUD Y SEGURIDAD

El Manual de Salud y Seguridad tiene vigencia desde el comienzo de la construcción. El Manual de Salud y Seguridad se mantendrá vigente mientras que la compañía esté relacionada con la operación, mantenimiento y servicio del proyecto.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133021
VISADO

**NOTA: El Manual de Salud y Seguridad tiene prioridad sobre otros documentos**.

## 2.3 COMUNICACIÓN EN EL EMPLAZAMIENTO

Todos los empleados y todo el personal subcontratado dispondrán de la información necesaria a fin de poder desempeñar satisfactoriamente las tareas requeridas. La información y documentación relevante serán distribuidas a todos los empleados y todo el personal subcontratado.

Todos los temas relacionados con las medidas de emergencia, cambios en los procedimientos o cualquier otro tema relacionado con la Seguridad y Salud, requieren la atención de todo el personal involucrado.

El Supervisor del emplazamiento debe ser informado de cualquier tarea que deba llevarse a cabo en el emplazamiento, y será preciso obtener su autorización antes de empezar cualquier tarea.

Antes del inicio de cualquier tarea, la persona que esté a cargo de dicha tarea debe discutir las operaciones a realizar con todos aquellos que estén involucrados. Esto garantizará que los trabajadores tengan un buen conocimiento de lo que están autorizados a realizar, así como el riesgo que puede implicar cada tarea.

Se discutirán diariamente el estado y la evolución de las tareas en desarrollo, para garantizar la coordinación de todas las partes implicadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.4 REGLAS Y NORMAS

El plan de Seguridad y Salud cumple con las siguientes normas:

### 2.4.1 REQUERIMIENTOS DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) DURANTE EL PERIODO DE OMS

1. **Calzado de seguridad**

Dentro del emplazamiento, todo el personal deberá utilizar el calzado de seguridad.

2. **Casco de protección**

Dentro del emplazamiento, todo el personal deberá utilizar el casco de protección, excepto cuando se esté dentro de la subestación, dentro del vehículo de asistencia o bien en el interior de la góndola.

3. **Arnés de seguridad + lanyards**

Todo el personal deberá utilizar el arnés de seguridad para subir a los aerogeneradores, y para realizar cualquier tarea cerca del borde de la góndola.

4. **Guantes de protección**

Equipo convencional.

5. **Gafas de protección**

Equipo convencional.

6. **Protección de los oídos**

Equipo convencional.

7. **Equipo de primeros auxilios**

Todos los vehículos de asistencia, así como la subestación deberán estar equipados con un equipo de primeros auxilios

8. **Extintor**

En caso que en los aerogeneradores no se disponga de un extintor, todos los vehículos de asistencia deberán estar equipados con uno. En cualquier caso, la subestación deberá estar provista de extintores.

9. **Dispositivo de descenso**

En caso que los aerogeneradores no dispongan de un dispositivo de descenso, en el emplazamiento deberá haber por lo menos un equipo de descenso para los casos de emergencia.

10. **Estación de limpieza ocular**

La subestación deberá estar provista de una estación de limpieza ocular, y según el tamaño del emplazamiento, los vehículos de asistencia deberán disponer también de un equipo de limpieza ocular.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 0013302

### 2.4.2 PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS

El Registro de Procedimientos Establecidos comprende las tareas y los sucesos de operación y mantenimiento que comportan un cierto riesgo. Se ha desarrollado un Procedimiento Establecido para cada una de las tareas o sucesos, basándose en la evaluación de dicho riesgo. El Procedimiento Establecido incluye, también, todas las instrucciones de seguridad relevantes relacionadas con las operaciones.

### 2.4.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Es preciso disponer y utilizar el equipo de protección personal siempre que se lleve a cabo algún trabajo en el emplazamiento. Dicho equipo incluye, principalmente, los siguientes elementos:

1. El casco de protección con barboquejo, según BS 5240:1987 o BS EN 397.
2. El calzado de seguridad, según BS 1870:1988 o BS EN 345.
3. La protección para los oídos, según BS EN 458.
4. Los guantes de trabajo con la etiqueta CE, cuando sean necesarios.
5. Los guantes aislados para trabajos eléctricos aprobados según BS 697:1986, cuando sean necesarios.
6. La indumentaria adecuada para soportar las condiciones climáticas adversas.
7. El arnés de seguridad y el lanyards para subir a los aerogeneradores, y cuando se trabaje a grandes alturas.
8. La protección para los ojos, según BS 2092 o BS EN 166, 167, 168, en función de los requerimientos de cada trabajo en particular.
9. Las mascarillas para el polvo adecuadas para realizar la extracción mecánica de polvo o de aerosoles del aire, mediante filtros eficientes, de conformidad con BS 2091A/B, cuando sea necesario.
10. La superficie metálica de aislamiento para trabajos eléctricos, según BS5345.

Los contratistas deberán proporcionar todo el equipo de seguridad necesario para realizar las tareas especificadas, a menos que se establezca otro acuerdo con la Compañía.

La indumentaria de protección deberá mantenerse limpia y en buen estado, y deberá guardarse en la zona destinada a ello. Cualquier tipo de defecto deberá ser notificado de inmediato.

Se dispondrá de un registro de las inspecciones anuales a las que se deben someter todos los arneses de seguridad, lanyards. etc.

### 2.4.4 TRABAJOS A GRANDES ALTURAS

#### 1.1.1.1 Trabajos en el Aerogenerador

1. Las normas referidas a la torre del aerogenerador son aplicables desde el instante en que se abre la puerta de acceso a la base de la torre, hasta que ésta se cierra, una vez finalizado el trabajo. Para eliminar cualquier duda, dicho "trabajo" también incluye "el USO" de la torre como vía de acceso a la góndola.
2. Únicamente deberá trabajar en las torres el personal autorizado. El nombre de los trabajadores y la empresa a la que pertenecen deberán ser comprobados con las entradas del Libro de Personal Autorizado.
3. Dos personas deberán estar siempre presentes cuando una de ellas, o ambas, estén subiendo por la torre.
4. Queda terminantemente prohibido subir a la torre con velocidades de viento superiores a 20 m/s.
5. Antes de subir a la torre, deberán situarse al lado de la ruta de acceso dos señales portátiles con las indicaciones "Mantener despejado" - "Personal trabajando arriba".
6. Deberá utilizarse el calzado de seguridad, el casco de protección y el arnés de seguridad mientras se esté dentro de la torre. Se recomienda utilizar también los guantes para subir por la escalera.
7. El arnés de seguridad deberá ir siempre acoplado al raíl de seguridad, tanto para la subida como para la bajada de la torre.
8. Antes de subir a la torre debe realizarse una inspección visual del estado del arnés de seguridad para detectar posibles fallos. En caso de detectarse cualquier defecto debe procederse a repararlo de inmediato. Deben anotarse en el Libro de Defectos del Equipo de Seguridad los fallos detectados, así como las reparaciones realizadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001330
VISADO

9. Antes de subir a la torre deben encenderse las luces de ésta y de la góndola. En caso de que alguna de las luces no funcione correctamente se deberá posponer la ascensión a la torre hasta que se hayan adoptado las medidas correctoras necesarias. Deberán anotarse en el Libro de Defectos del Equipo de Seguridad los fallos detectados, así como las medidas correctoras adoptadas. En caso de producirse un fallo de la red deberán detenerse todas las tareas, manteniendo seguro el lugar de trabajo y abandonando la torre durante el tiempo que tarde en restablecerse el suministro de energía.
10. Durante la ascensión a la torre se deberá realizar una inspección visual del estado de la escalera, de los pernos de fijación, de las plataformas (brackets) y de las asas adheridas de posibles defectos evidentes. En caso de detectarse alguno, deberán realizarse de inmediato las reparaciones pertinentes. Deberá precederse, también a registrar en el Libro de Defectos del Equipo de Seguridad los daños detectados, así como las reparaciones adoptadas.
11. Durante la ascensión a la torre, las pequeñas herramientas o cualquier otro componente suelto se deben llevar dentro de una caja o dentro de una bolsa atada a la persona que asciende, como por ejemplo al arnés de seguridad. Las piezas que no estén sueltas pueden llevarse en los bolsillos. Los elementos más pesados deben transportarse mediante la grúa de la góndola, y no por la persona que sube por la escalera.
12. Cada sección de la escalera solamente puede ser ocupada al mismo tiempo por una sola persona. La otra persona no debe permanecer justo debajo de la escalera cuando la primera está subiendo por ella.
13. Una vez se haya subido a la torre deberá realizarse una inspección visual del extremo superior de la escalera para detectar cualquier defecto. En caso de detectarse alguno, deberán realizarse de inmediato las reparaciones pertinentes. Deberá precederse a registrar en el Libro de Defectos del Equipo de Seguridad los daños detectados, así como las reparaciones adoptadas.
14. Deberá realizarse una inspección visual en todas las escotillas para detectar posibles desajustes y comprobar la tensión de apretado de los tornillos de fijación y de las plataformas para que sean seguros. En caso de detectarse alguno, deberán realizarse de inmediato las reparaciones pertinentes. Deberá procederse a registrar en el Libro de Defectos del Equipo de Seguridad los daños detectados, así como las reparaciones adoptadas.
15. Una vez se haya cerrado la escotilla, se puede sacar el arnés de seguridad.
16. Antes de descender de la torre, se deberá volver a sujetar correctamente el arnés de seguridad al raíl de seguridad de la escalera.

#### 1.1.1.2 Trabajos en la góndola

1. Las puertas de la góndola no deben abrirse con velocidades de viento superiores a 20m/s.
2. La inspección del sistema de giro debe realizarse cuando el aerogenerador esté funcionando y en cualquier caso siempre con una velocidad de viento inferior a 20 m/s.
3. Cuando exista algún riesgo de caída del personal desde la torre, se deberá utilizar la correa larga del arnés de seguridad atándola en alguno de los puntos adecuados de que dispone la estructura de la góndola, como ejemplo en uno de los tornillos de sujeción. Si fuera necesario, pueden acoplarse una o más correas para facilitar el acceso a alguna zona de trabajo que diste del punto de sujeción.
4. Cuando se trabaje en el exterior de la góndola, lo cual incluye el apretado de los pernos de las palas, todas las herramientas deberán estar sujetadas correctamente al arnés de seguridad del trabajador o bien en alguno de los puntos adecuados de la estructura de la góndola.
5. El sistema de bloqueo manual amarillo o el tornillo de bloqueo del disco de freno debe utilizarse para impedir, cuando sea necesario el giro del rotor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 04.3302
VISADO

### 2.4.5 OPERACIÓN MANUAL

La operación manual debe realizarse únicamente cuando no quede ninguna otra alternativa. En caso que la operación manual fuese necesaria, deben seguirse las siguientes pautas:

1. ¿Es la carga demasiado pesada, poco manejable, difícil de agarrar o poco estable para una sola persona? En caso afirmativo, elevar la carga entre dos personas.
2. A ser posible es preferible tener que tirar o empujar la carga a tener que levantarla, pues esta se puede controlar mientras se empuja o se tira de ella.
3. Utilizar el calzado de seguridad para proteger los pies. Donde sea posible, utilizar los guantes para proteger las manos de cantos vivos o aristas afiladas.
4. Es importante disponer de un buen acceso que permita una correcta elevación. Comprobar, también, que no haya nada que pueda obstruir el camino por el que se transportarán los elementos.
5. A ser posible la carga debe ser elevada entre el hombro y la cadera.
6. Si el objeto ha de ser levantado desde una altura por debajo de las caderas, es preferible doblar las piernas doblar la espalda cuando se proceda a levantarlo. El objeto se ha de llevar tan cerca del cuerpo como sea posible.
7. Evitar girar el cuerpo mientras se esté levantando o transportando el objeto.

### 2.4.6 ELEVACIÓN MECÁNICA

1. Siempre que sea posible, utilizar en las operaciones de elevación la asistencia mecánica.
2. Debe emplearse la grúa de la góndola para subir las herramientas y el equipo necesario a la góndola. Antes de utilizar dicha grúa es preciso que el rotor esté bloqueado.
3. Antes de realizar una ascensión con la grúa de la góndola, la carretilla elevadora o cualquier otro equipo mecánico debe comprobarse que todo el equipo de ascensión está certificado, por ejemplo, la grúa, la carretilla elevadora, las eslingas o los lifting frames. En el equipo de elevación debe estar indicada su carga máxima admisible para garantizar la seguridad del trabajo.
4. Los operadores de los equipos deben poseer la licencia requerida, como por ejemplo (hold a valid crane) disponer del permiso para llevar una grúa o el carné para llevar la carretilla elevadora y sus calificaciones deben registrarse en el Libro de Personal Autorizado.
5. El montaje debe realizarse únicamente por un montador calificado. Dicho montador será responsable de determinar los pesos de los objetos a levantar y escoger el equipo de elevación adecuado.
6. Efectuar una inspección visual de ascensión antes de cada uso, para detectar posibles fallos. En ningún caso debe usarse un equipo defectuoso. Anotar en el Libro de Defectos del Equipo de Seguridad los daños detectados y marcar los equipos defectuosos con la siguiente indicación: “NO UTILIZAR”.
7. Planificar la operación de elevación y cerciorarse de que todo el personal involucrado en la operación está al corriente y lo ha entendido.
8. Situar vallas debajo de las cargas suspendidas para evitar que el personal pueda pasar por debajo de ésta.
9. Establecer y mantener una buena comunicación con todo el personal involucrado en las operaciones.
10. El personal que esté fuera del alcance auditivo del resto del equipo deberá utilizar las señales estándar de elevación para comunicarse con la grúa y dirigir las operaciones.
11. El personal que esté fuera del campo visual del resto del equipo (por ejemplo, un operador de grúa y un trabajador situado en la góndola) deberán mantener contacto vía walky-talky o teléfono para dirigir las operaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 2.4.7 TRABAJOS QUE REQUIEREN DOS PERSONAS

Es una norma de la compañía que, bajo condiciones normales, deba haber siempre dos personas trabajando juntas cuando se realice alguna tarea. (Únicamente, bajo circunstancias perfectamente definidas se permite trabajar solo: consultar en los procedimientos para el trabajo seguro, los casos especificados en que se permite trabajar solo).

1. Asegurarse de que, para cada tarea a realizar en el emplazamiento en la que se requiera dos personas, los miembros del equipo no quedan aislados el uno del otro durante su realización.
2. En caso que, por cualquier motivo, uno de los miembros del equipo deba abandonar el trabajo, el resto de tareas deberán detenerse también.
3. En ningún caso el segundo miembro del equipo podrá abandonar el puesto de trabajo sin antes informar a su compañero.
4. El segundo miembro del equipo deberá desempeñar un papel esencial (pro-active). Por ejemplo, deberá realizar controles regulares sonoros en caso que el otro compañero esté fuera del alcance visual, y mantener un control constante del funcionamiento de cualquier equipo de seguridad, el cual pueda necesitar el primer miembro para el trabajo que realice.
5. En caso que el equipo no puede establecer contacto auditivo entre sus miembros, deberá utilizarse el walky-talky o en su lugar el teléfono móvil. Comprobar, antes de empezar los trabajos, que las baterías de los teléfonos o de los walky-talky están totalmente cargadas.

### 2.4.8 TRABAJOS QUE REQUIEREN UNA SOLA PERSONA

En circunstancias perfectamente definidas, en las que no se deba realizar ningún trabajo eléctrico, puede que tan solo sea necesario un miembro del personal de servicio, sin su compañero, para realizar las tareas.

En caso de trabajar solo, deben contemplarse las siguientes observaciones:

1. Únicamente el personal autorizado puede trabajar solo.
2. La persona que trabaje en solitario deberá mantener constantemente contacto con la base, mediante un teléfono móvil o un walky-talky. Comprobar que la batería del teléfono o del walky-talky está completamente cargada, antes de salir a realizar los trabajos.
3. La persona que trabaje en solitario y la persona que permanezca en la base han de ponerse de acuerdo respecto a los procedimientos de emergencia, antes de que el primero salga a realizar los trabajos.
4. La persona que trabaje en solitario, cuando abandone la base para realizar los trabajos y cuando regrese, una vez haya finalizado todas las tareas, deberá, en ambos casos, notificárselo a la persona que permanezca en la base.
5. La persona que trabaje en solitario y la persona que permanezca en la base han de ponerse de acuerdo respecto a realizar los contactos en intervalos regulares de tiempo. En caso que la persona que trabaja en solitario no establezca contacto dentro de los intervalos preestablecidos, la persona que permanezca en la base deberá poner en marcha el procedimiento de emergencia preestablecido y posteriormente salir en busca del primero.

### 2.4.9 TRABAJOS ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD

#### 1.1.1.3 General

Únicamente los electricistas autorizados empleados por la Compañía, o los contratistas eléctricos están autorizados a realizar inspecciones, comprobaciones y reparaciones de las instalaciones eléctricas y de los equipos.

En todo momento estarán presentes dos personas, cuando se trabaje con el equipo de medición de la tensión.

Deberán aplicarse siempre los procedimientos de seguridad de la Compañía y de los contratistas eléctricos, antes de emprender cualquier mantenimiento eléctrico o tarea de servicio.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 1.1.1.4 Alta Tensión

Para el presente manual, se considera como alta tensión, las tensiones superiores a los 1000V, de acuerdo con los estándares internacionales.

1. Para cualquier trabajo de alta tensión se deberá disponer de la autorización correspondiente.
2. Cuando se trabaje en los equipos de alta tensión deberán estar siempre presentes dos personas.
3. Antes de empezar los trabajos, el equipo para trabajos eléctricos debe ser revisado por una persona cualificada.
4. Debe comprobarse, antes de empezar cualquier trabajo, que por la línea en la que se trabajara, no haya tensión, mediante el equipo reglamentario. Dicho equipo deberá ser revisado antes y después de realizar la comprobación de la línea.
5. El equipo asilado debe disponer de toma de tierra.
6. El dispositivo de distribución que controla el equipo debe estar bloqueado siempre que sea posible, y la persona a cargo de los trabajos será quién disponga de la llave.
7. Se deberá colocar en el punto de aislamiento una señal de precaución.
8. Cualquier comunicado de las instrucciones referentes al circuito de alta tensión, a ser posible, deberá hacerse por escrito. En caso de ser verbales, deberán anotarse las instrucciones y posteriormente repetirlas por completo al emisor, con el fin de garantizar que se ha recibido el mensaje correctamente. Las señales o los intervalos de tiempo preestablecidos NO DEBEN utilizarse para realizar las comprobaciones del estado de la línea.
9. El personal que realiza los trabajos eléctricos debe disponer del Equipo de Protección Personal adecuado, en el que se incluye entre otros elementos, los guantes de goma, la esterilla de goma y el calzado aislado.
10. El personal encargado de realizar los trabajos eléctricos debe utilizar herramientas aisladas.
11. Una vez se haya finalizado el trabajo, deberá cancelarse su autorización.

#### 1.1.1.5 Baja Tensión

Para el presente manual, se considera como baja tensión, las tensiones inferiores a los 1000V, de acuerdo con los estándares internacionales.

1. Normalmente, no se precisa de autorización para realizar los trabajos en el circuito de baja tensión, aunque en algún caso específico puede que sea necesaria.
2. Cuando sea posible, el equipo debe estar aislado, antes de empezar a trabajar.
3. En caso que sea preciso realizar un test para determinar si hay o no tensión en la línea, el equipo deberá estar aislado antes de empezar los trabajos.
4. Cuando el equipo esté controlado por el dispositivo de distribución, éste deberá estar bloqueado siempre que sea posible, y será la persona a cargo del trabajo en cuestión quien disponga de la llave.
5. Cuando el equipo se controle mediante fusible, será la persona a cargo del trabajo quien dispondrá de los fusibles y realizara su sustitución.
6. Debe comprobarse, antes de empezar cualquier trabajo, que la línea en la que se trabajará esté sin tensión, mediante el equipo reglamentario. Dicho equipo deberá ser revisado antes y después de realizar la comprobación de la línea.
7. El personal que realiza los trabajos eléctricos debe disponer del Equipo de Protección Personal adecuado, en el que se incluye, entre otros elementos, los guantes de goma, la esterilla de goma y el calzado aislado.
8. El personal encargado de realizar los trabajos eléctricos debe utilizar herramientas aisladas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133,2
VISADO

### 2.4.10 ESPACIOS CERRADOS

Mientras se trabaja en espacios cerrados, existe una elevada probabilidad de que sucedan accidentes causados por la inhalación de gases tóxicos o bien debidos a la falta de oxígeno.

Dentro del parque, las torres de los aerogeneradores son los espacios más cerrados, a pesar de que son relativamente largas y disponen de una buena ventilación. Sin embargo, el cumplimiento de las pautas de trabajo establecidas para los espacios cerrados reduce considerablemente el riesgo y la posibilidad que se produzcan este tipo de accidentes.

1. No se debe trabajar solo.
2. La puerta de la torre se debe mantener abierta cuando se esté realizando algún trabajo en su interior.
3. El acceso y la salida deben estar, en todo momento, limpios y en buenas condiciones.
4. Los extintores deben estar disponibles.
5. Debe utilizarse un walky-talky, o en su lugar un teléfono móvil, si es necesario mantener contacto entre el personal mientras se trabaja.

### 2.4.11 TRABAJO CON ALTAS TEMPERATURAS

Por trabajo con altas temperaturas se entiende cualquier proceso en el que se alcancen altas temperaturas, como por ejemplo en los procesos de soldadura, los procesos de incineración o en los de esmerilado, en la planta, y en los que intervienen materiales inflamables.

*Equipo de Protección Personal (EPP)*

1. Utilizar el calzado de seguridad, la protección a temperaturas elevadas, la protección ocular adecuada a la tarea que se realice, y manga larga y pantalones, como mínimo.
2. Informar al Supervisor del emplazamiento que se va a proceder a realizar un trabajo con temperaturas elevadas, para permitir la coordinación con el resto de trabajos que tengan lugar en el mismo lugar.
3. Tomar todas las medidas preventivas para evitar que se produzca un posible incendio, como son apartar tan lejos como sea posible de la zona de trabajo cualquier material inflamable, o proteger los materiales inflamables que queden en la zona. Durante la realización de estos trabajos deben adoptarse las medidas contra incendio.
4. Comprobar que se dispone de un extintor adecuado para el tipo de trabajo que se lleva a cabo y que es fácilmente asequible desde la zona en la que se está trabajando.

### 2.4.12 TRABAJOS DE EXCAVACIÓN

1. Únicamente el personal cualificado puede realizar los trabajos de excavación.
2. El Supervisor del emplazamiento ha de estar informado de cualquier trabajo de excavación que se vaya a realizar, para facilitar la coordinación con otros trabajos que tengan lugar en los alrededores.
3. Antes de iniciar la excavación deben examinarse cuidadosamente los planos de la zona para detectar posibles cables subterráneos, tuberías, etc.
4. Se requiere también de la autorización de la autoridad pública local, en caso que ésta tenga competencias en la zona a excavar.
5. Será necesaria, además, una autorización en caso de que las excavaciones tengan lugar en las proximidades del cableado subterráneo.
6. Deberá cercarse la zona a excavar para evitar que no accedan a ella personas ajenas a los trabajos de excavación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 8302

### 2.4.13 OPERACIÓN POR CONTROL REMOTO

Los aerogeneradores pueden ser controlados con un sistema de control remoto por la propiedad y por el Departamento de Servicio de la Compañía. Este sistema de control permite el arranque a distancia de los aerogeneradores, el cual podría dañar al personal que estuviera presente en el aerogenerador en el momento de arranque.

ASÍ PUES, ES FUNDAMENTAL QUE EL PERSONAL DE SERVICIO PONGA EL CONTROLADOR EN MODO DE SERVICIO, UNA VEZ HAYA ENTRADO AL AEROGENERADOR, para evitar que se tenga acceso al comando del aerogenerador por control remoto.

### 2.4.14 LICENCIA PARA REALIZAR UN TRABAJO

El sistema de licencias de trabajo se debe aplicar a los trabajos eléctricos, a todos los trabajos de alta tensión y a algunos de baja tensión, según se especifica en el PROCEDIMIENTO ESTABLECIDO, Los formularios de dichas autorizaciones están disponibles en el fichero de los registros de seguridad del emplazamiento, y los formularios completos se guardan en el mismo fichero

1. La primera página de la licencia de trabajo debe ser completada y firmada por el Supervisor del emplazamiento, antes de empezar los trabajos. El personal encargado de realizar los trabajos eléctricos debe utilizar herramientas aisladas.
2. Deben incluirse también todos los detalles del trabajo que se va a realizar, con lo que no quedará ninguna duda de cómo se va a desarrollar.
3. También debe rellenarse el formulario de licencia para realizar un test de la tensión. En caso que se lleve a cabo dicho test, debe especificarse los procedimientos del test en la hoja de autorización.
4. Se han de describir y especificar detalladamente, en la hoja de autorización, los procedimientos de seguridad del trabajo que se vaya a realizar.
5. Durante el periodo de vigencia de la licencia de trabajo, el equipo especificado queda destinado exclusivamente al personal autorizado.
6. Una vez finalizado el trabajo, el Supervisor del emplazamiento deberá rellenar debidamente la segunda hoja del formulario de autorización y firmarla, antes que alguna persona pueda trabajar nuevamente con el equipo por su propia cuenta.

### 2.4.15 DESCARGAS ELÉCTRICAS EN EL AEROGENERADOR DEBIDO A LOS RAYOS

Durante una tormenta o incluso hasta una hora después de que haya terminado queda terminantemente prohibido el acceso al interior o a los alrededores de los aerogeneradores.

### 2.4.16 ELECTRICIDAD ESTÁTICA EN LAS PALAS DE LOS AEROGENERADORES

Las palas de los aerogeneradores pueden generar energía estática durante el transporte al emplazamiento o in situ en condiciones atmosféricas cualesquiera.

La descarga que puede producirse al tocar las palas cargadas con energía estática es desagradable, aunque en ningún caso es peligrosa.

El personal que desee evitar recibir la descarga de la energía estática generada en las palas, puede conectar una toma de tierra antes de manipularlas. Para ello deberá utilizar cualquier objeto conductor aislado (como por ejemplo una llave envuelta con un trapo) entre la tierra y la pala. La misma torre del aerogenerador o cualquier otro elemento que esté en contacto con el suelo puede actuar de tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 001302

### 2.4.17 PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS

Deben tomarse las precauciones necesarias para evitar la creación de un incendio en cualquier parte del emplazamiento, incluso en los aerogeneradores, en las oficinas y en el comedor.

1. Respetar la norma de no fumar fuera de la zona de oficinas y de la zona de almacenaje.
2. No utilizar sistema de calefacción, iluminación o de cocina no reglamentarios.
3. No situar la ropa o la vestimenta cerca de una fuente de calor.
4. No permitir que se acumule la basura generada ni los materiales inflamables.
5. Tomar las medidas contra incendio cuando se lleven a cabo trabajos en los que se alcancen temperaturas elevadas, y seguir las instrucciones de seguridad específicas para este tipo de trabajos.
6. Tener conocimiento del funcionamiento de los extintores, así como de su ubicación y distribución en el emplazamiento.
7. Deben aprenderse los procedimientos de emergencia en caso de que se produzca un incendio.

### 2.4.18 TRANSPORTE, DESCARGA Y ALMACENAJE DE MATERIALES

*Equipo de Protección Personal (EPP):* El personal deberá utilizar, como mínimo, el calzado de seguridad y el casco de protección.

1. Durante la descarga y el transporte de materiales en el emplazamiento, todo el personal deberá estar informado de los movimientos de los vehículos, y vestir una indumentaria fácilmente visible. Ninguna persona debe permanecer detrás de un vehículo que esté haciendo marcha atrás. Debe facilitarse asistencia a los conductores de los camiones cuando estén haciendo marcha atrás.
2. Cuando se proceda a realizar la elevación manual, deben seguirse las pautas específicas para ello.
3. Para manipular las cargas pesadas, emplear la asistencia mecánica o en su lugar realizarlo entre dos personas. Comprobar que se dispone de un acceso adecuado para la carga.
4. Cuando se proceda a realizar la elevación mecánica, deben seguirse las pautas específicas para ello.
5. Emplear únicamente el equipo de elevación certificado. Comprobar el equipo de elevación antes de utilizarlo. Establecer y mantener una buena comunicación entre el personal involucrado en las operaciones.

### 2.4.19 EN LOS ALREDEDORES Y DENTRO DE LOS AEROGENERADORES

*Equipo de Protección Personas (EPP):* Para entrar a los aerogeneradores emplear como mínimo el casco de protección y el calzado de seguridad

1. Cuando el tiempo es frío, existe la posibilidad de que se desprendan bloques de hielo procedentes de las palas. No hay que acercarse a un aerogenerador que este en operación si existe la posibilidad de que se haya formado hielo en las palas, como por ejemplo cuando se haya producido una helada.
2. Fijar la puerta del aerogenerador de forma que se mantenga completamente abierta, utilizando el pasador instalado, para evitar recibir un golpe en caso de que la puerta se cerrase súbitamente.

### 2.4.20 APERTURA DE LA PUERTA DE LA GÓNDOLA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* El personal deberá, como mínimo, utilizar el calzado de seguridad y el arnés de seguridad fijado en alguno de los pernos de sujeción.

1. No se debe abrir la puerta de la góndola cuando la velocidad del viento supere los 20m/s.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 001303
VISADO

### 2.4.21 PUESTA EN MARCHA DEL AEROGENERADOR

*Puesta en marcha local*

1. Cerciorarse de que no haya nadie en la torre del aerogenerador, encima de la base o en la góndola. Arrancar el aerogenerador mediante los controles de la base del aerogenerador. Evitar poner en marcha el aerogenerador si el tiempo es helado, o en caso de que sea imprescindible, despejar los alrededores del aerogenerador antes de activarlo por si se desprenden bloques de hielo que se hayan formado en las palas.

*Puesta en marcha por control remoto*

1. Comprobar las indicaciones del personal del aerogenerador antes de ponerlo en marcha.

### 2.4.22 AISLAMIENTO DEL AEROGENERADOR O DE SUS COMPONENTES

1. Desconectando el interruptor principal se cortará el suministro de energía de todo el aerogenerador excepto del ordenador, del sistema de iluminación de los puntos de energía y de los accionadores de la puerta de la góndola.
2. Pulsando el botón de parada de emergencia, se cortará el suministro de energía del sistema de control del aerogenerador, con lo cual se producirá una parada de emergencia.
3. Introduciendo el controlador a modo de servicio (Service Mode) se inhabilitará el control remoto del aerogenerador y únicamente se permitirá realizar operaciones de servicio en la góndola, controladas mediante el armario que se encuentra en ésta.

Introduciendo el controlador a modo normal (Normal Mode) se habilitará el control remoto del aerogenerador, incluyendo la puesta en marcha por control remoto.

### 2.4.23 TRABAJOS EN EL SISTEMA DE CONTROL Y EN EL SISTEMA DE ALTA TENSIÓN

*Equipo de Protección Personal (EPP):* El personal deberá utilizar, como mínimo el calzado de seguridad y las gafas de seguridad.

1. Desconectar el interruptor principal antes de empezar los trabajos. Los tres cables de la red que llegan al armario permanecen conectados después de que se haya desconectado el interruptor principal.
2. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

   Espacios cerrados.

   Trabajos en los que se requieran dos personas

   Trabajos eléctricos de seguridad.
3. Utilizar la licencia de trabajo para realizar trabajos eléctricos.
4. Emplear las herramientas aisladas adecuadas.
5. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.
6. No tocar la cubierta de plexiglás que contiene los tres cables de la red. Los cables están conectados.

### 2.4.24 RE-TORQUING DEL CONTROLADOR

quipo de Protección Personal (EPP): El personal deberá utilizar, como mínimo el calzado de seguridad y las gafas de seguridad.

1. Desconectar el interruptor principal antes de empezar los trabajos. Los tres cables de la red que llegan al armario permanecen conectados después de que se haya desconectado el interruptor principal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

2. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para

   Espacios cerrados

   Trabajos en los que se requieran dos personas.

   Trabajos eléctricos de seguridad.

3. Emplear las herramientas aisladas adecuadas
4. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.
5. No tocar la cubierta de plexiglás que contiene los tres cables de la red. Los cables están conectados.

### 2.4.25 DETECCIÓN DE ERRORES EN EL ARMARIO DEL CONTROLADOR

*Equipo de Protección Personal:* El personal deberá utilizar como mínimo el calzado de seguridad y las gafas de protección.

1. Desconectar el interruptor principal antes de empezar los trabajos. Los tres cables de la red que llegan al armario permanecen conectados después de que se haya desconectado el interruptor principal.
2. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

   Espacios cerrados.

   Trabajos en los que se requieran dos personas.

   Trabajos eléctricos de seguridad.

3. Trabajar solamente con equipos conectados cuando sea necesario, en caso contrario volver a aislar.
4. Utilizar la licencia de trabajo para realizar trabajos eléctricos.
5. Emplear las herramientas aisladas adecuadas
6. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.
7. No tocar la cubierta de plexiglás que contiene los tres cables de la red. Los cables están conectados.

### 2.4.26 AVANCE DE FASE

*Equipo de Protección Personal (EPP):* El personal deberá utilizar, como mínimo el calzado de seguridad y las gafas de seguridad.

1. Desconectar el interruptor principal antes de empezar los trabajos. Los tres cables de la red que llegan al armario permanecen conectados después de que se haya desconectado el interruptor principal.
2. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

   Espacios cerrados

   Trabajos en los que se requieran dos personas

   Trabajos eléctricos de seguridad.

3. Utilizar la licencia de trabajo para realizar trabajos eléctricos.
4. Emplear las herramientas aisladas adecuadas.
5. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.
6. No tocar la cubierta de plexiglás que contiene los tres cables de la red. Los cables están conectados.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 2.4.27 USO DEL OHMÍMETRO

*Equipo de Protección Personal (EPP):* El personal deberá utilizar, como mínimo el casco de protección, el calzado de seguridad y las gafas de seguridad.

Cuando se esté dentro de la góndola, debe utilizarse, también, el arnés de seguridad.

1. Desconectar el interruptor principal antes de empezar los trabajos. Los tres cables de la red que llegan al armario permanecen conectados después de que se haya desconectado el interruptor principal.
2. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

   Espacios cerrados.

   Trabajos en los que se requieran dos personas.

   Trabajos eléctricos de seguridad.
3. Emplear las herramientas aisladas adecuadas.
4. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.
5. Evitar tocar los cables del ohmímetro durante su utilización.
6. Conectar a tierra los cables del generador antes de utilizar el ohmímetro.

### 2.4.28 MEDICIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA DEL SISTEMA DE ORIENTACIÓN

*Equipo de Proyección Personal (EPP):* Cuando se trabaje en el armario de control utilizar como mínimo el calzado de seguridad y las gafas de protección. Cuando se esté trabajando y ajustando el sistema de orientación, utilizar el arnés de seguridad, el casco de protección y el calzado de seguridad.

El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

- Espacios cerrados.
- Trabajos en los que se requieran dos personas.
- Trabajos eléctricos de seguridad.
  1. Emplear las herramientas aisladas adecuadas.
  2. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.
  3. No tocar la cubierta de plexiglás que contiene los tres cables de la red. Los cables están conectados.
  4. Antes de empezar a trabajar con el sistema de orientación hay que notificar al resto del personal del aerogenerador que se va a orientar la góndola.

<u>Para realizar las mediciones</u>

1. En el panel principal, desconectar el interruptor del circuito principal (girar a posición OFF) y abrir el panel. Los tres cables de la red que llegan al armario siguen estando conectados.
2. Localizar los terminales X2 en el siguiente diagrama, y desconectar los cables del motor de orientación instalados en los terminales U3, V3. W3 y PE,
3. Conectar los cables U3, V3, W3 y PE (sin terminales) del contador de energía del sistema de orientación S-500-087 a los correspondientes terminales en el panel principal.
4. Conectar los cables U3, V3, W3 y PE (desconectados previamente en el paso 2) a los cables del contador de energía (con terminales). Asegurar que las marcas de los cables son coincidentes.
5. Conectar la clavija CEE del contador de energía del sistema de orientación a la salida de 110V AC del panel principal.
6. Seleccionar la tensión a 690V, y la potencia a 1000W.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133022
VISADO

7. Cerrar el panel principal y conectar (girar a posición ON) el circuito principal de freno.
8. Verificar que la luz verde del contador de energía del sistema de orientación esté encendida.
9. Orientar el aerogenerador una vuelta completa en sentido horario (CW) mientras se lee, en el contador, el consumo de energía del sistema de orientación.
10. Orientar el aerogenerador una vuelta completa en sentido antihorario (CCW) mientras se lee, en el contador, el consumo de energía del sistema de orientación.
11. El consumo total de energía del sistema de orientación se calcula multiplicando la media de las lecturas tomadas por tres. **El consumo total del motor del sistema de orientación debe ser 2400W-150W.** Si el consumo queda fuera de los límites especificados, será preciso proceder al ajuste de las zapatas de fricción del sistema de orientación.
12. Mientras una persona sube hasta el sistema de orientación para realizar el ajuste (debe utilizar el arnés de seguridad), otra persona debe permanecer en el controlador para leer los valores del consumo de energía del motor del sistema de orientación.
13. La persona situada en el sistema de orientación debe aflojar las tuercas de los pernos de ajuste de todas las uniones de la sujeción del sistema de orientación.
14. Para aumentar el consumo del motor hay que girar los pernos de ajuste en sentido horario (CW), mientras que para reducirlo deben girarse en sentido antihorario (CCW)
15. La persona situada en el controlador debe medir el valor del nuevo consumo del motor de orientación tal y como se ha descrito en los pasos 9-11.
16. Repetir los pasos 14 y 15 hasta que las lecturas estén dentro de los límites requeridos.
17. La persona situada en el sistema de orientación debe apretar las tuercas de los pernos de ajuste y posteriormente abandonar la zona. (Utilizar el arnés de seguridad).
18. En el panel principal, desconectar (girar a posición OFF) el circuito principal de freno y seguidamente abrir el panel.
19. Desconectar todos los cables del contador de energía del sistema de orientación.
20. Volver a conectar los cables del motor del sistema de orientación U3, V3, W3 y PE a los correspondientes terminales en el panel principal,
21. Cerrar el panel principal y conectar (girar a posición ***ON***) el circuito principal de freno.

### 2.4.29 CONEXIÓN DE LOS TERMINALES DEL GENERADOR

*Equipo de Protección Personal (EPP):* El personal deberá utilizar, como mínimo el calzado de seguridad y las gafas de seguridad.

1. Desconectar el interruptor principal antes de empezar los trabajos.
2. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

   Espacios cerrados.

   Trabajos en los que se requieran dos personas.

   Trabajos eléctricos de seguridad. Emplear las herramientas aisladas adecuadas. Manipular los equipos como si estuviesen conectados, tanto si lo están como si no.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 31302
VISADO

### 2.4.30 NIVEL DE RUIDO CUANDO SE TRABAJA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Debe utilizarse la protección para los oídos cuando se trabaje con las herramientas de mano, en espacios cerrados como por ejemplo en la torre del aerogenerador.

Cuando se utilice la llave dinamométrica, será adecuado utilizar la protección de los oídos estándar que proporciona una atenuación de 30 dB. Pueden utilizarse tapones o bien auriculares.

Cuando se utilice la llave para trabajos eléctricos, se precisará una mayor protección de los oídos, que proporcione una atenuación de 40 dB. Dicha atenuación puede conseguirse empleando simultáneamente los tapones y los auriculares, o en su lugar unos auriculares de elevada atenuación.

### 2.4.31 INSPECCIÓN RUTINARIA Y MANTENIMIENTO EN LA TORRE DEL AEROGENERADOR, A NIVEL DE TIERRA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Deben utilizarse como mínimo el calzado de seguridad así como el casco de protección. Adicionalmente, puede ser necesaria la utilización de la protección de los oídos en caso de trabajar con herramientas, y de los guantes, si fuera necesario.

Antes de empezar a trabajar en la torre del aerogenerador, asegurar que el controlador está en modo de servicio.

El personal debe seguir las instrucciones de seguridad específicas para:

Operación manual

- Zonas cerradas.
- Trabajos en los que solo interviene una persona.
- Trabajos eléctricos de seguridad.

### 2.4.32 INSPECCIÓN RUTINARIA DE LOS EQUIPOS INSTALADOS EN LA GÓNDOLA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Debe utilizarse como mínimo el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a alguno de los pernos de sujeción. Adicionalmente, deberá emplearse el casco de protección cuando se esté realizando la elevación de algún componente con la grúa. Durante la ascensión a la góndola, y en la góndola si se desea, deberán emplearse los guantes.

- Asegurar que el controlador del aerogenerador está en modo de servicio antes de empezar los trabajos en la góndola.
- El personal debe seguir las instrucciones de seguridad para:
    - Trabajos a grandes alturas.
    - Operación manual.
    - Espacios cerrados.
    - Trabajos en los que solo interviene una persona.
- Comprobar, cada hora, la velocidad del viento. Si dicha velocidad supera los 20 m/s, deberán detenerse todos los trabajos en la góndola.

### 2.4.33 INSPECCIÓN DEL INTERCAMBIADOR DE ACEITE DE LA GÓNDOLA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Debe utilizarse, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

1. Antes de empezar las tareas, poner el controlador en modo de servicio.
2. Seguir el Procedimiento Establecido en: Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 2.4.34 INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE FRENO MECÁNICO

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Debe utilizarse, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

1. Antes de empezar las tareas, poner el controlador en modo de servicio.
2. Seguir el Procedimiento Establecido en: Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola.
3. Durante las inspecciones visuales y los ajustes, la persona que esté a cargo del controlador, cuando se disponga a realizar la orientación, deberá comunicarlo al resto del personal.
4. Durante las inspecciones "físicas", bloquear manualmente el rotor.

Durante la comprobación de los tiempos de frenada, de sobrevelocidad y de giro libre, mantener bien limpios el rotor y las palas.

### 2.4.35 INSPECCIÓN DEL GENERADOR

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Debe utilizarse, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción,

1. Antes de empezar las tareas, poner el controlador en modo de servicio.
2. Seguir el Procedimiento Establecido en: Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola.

Durante la lubricación de los cojinetes del generador, mantener bien limpios el rotor y las palas.

### 2.4.36 INSPECCIÓN DE LOS SENSORES

*Equipo de Protección Personal (EPP).* Debe utilizarse, como mínimo el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

1. Antes de empezar las tareas, poner el controlador en modo de servicio.
2. Seguir el procedimiento establecido en "Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola"
3. Durante la comprobación de los sensores de la velocidad de giro de eje del rotor (rpm) y del sensor de vibraciones, mantener bien limpios el rotor y las palas.
4. Antes de comprobar las señales de parada de la orientación, cerciorarse de que todo el personal del aerogenerador es consciente de que se procederá a realizar la orientación.

### 2.4.37 INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE ORIENTACIÓN

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Debe utilizarse, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

1. Antes de empezar las tareas, poner el controlador en modo de servicio.
2. Seguir el Procedimiento establecido en: Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola.
3. Antes de realizar la lubricación, cerciorarse de que todo el personal del aerogenerador es consciente de que se procederá a realizar la orientación.

### 2.4.38 INSPECCIÓN DEL CONTROLADOR DEL AEROGENERADOR

*Equipo de Protección Personal (EPP:):* Debe utilizarse, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

1. Cortar el suministro de energía desconectando el interruptor principal antes de empezar la inspección.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

2. Seguir las instrucciones de seguridad para los trabajos eléctricos, así como para los trabajos en los que solo intervenga una persona.
3. Seguir los procedimientos de la licencia de trabajo.
4. Seguir el Procedimiento establecido en: Inspección rutinaria de los equipos instalados en la góndola.
5. Hacer un uso correcto de las herramientas.
6. Durante la comprobación final de las funciones, comprobar que el armario del controlador esté debidamente cerrado.

### 2.4.39 LUBRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA GÓNDOLA

*Equipo de Protección Personal (EPP): D*ebe utilizarse el calzado de seguridad y en caso de trabajar cerca de los bordes, debe utilizarse también el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción. Adicionalmente, si se desea, pueden utilizarse los guantes o la crema protectora.

1. El personal debe seguir las instrucciones de seguridad para:
    - Manipulación manual.
    - Trabajos a grandes alturas.
    - Trabajos en los que se requieren 2 personas.
2. Antes de empezar las tareas, debe ponerse el controlador en modo de servicio.
3. Debe informarse al resto de trabajadores, siempre que se proceda a hacer girar el rotor o a orientar la góndola para distribuir la grasa.
4. No acercarse a las palas del rotor cuando estén en movimiento.
5. Comprobar, cada hora. la velocidad del viento. En caso que dicha velocidad supere los 20 m/s deberán detenerse todas las tareas en la góndola.

### 2.4.40 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE LA GÓNDOLA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Deben utilizarse, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción. Para tareas específicas, también puede ser necesaria la utilización del casco de seguridad y de los guantes.

1. El personal debe seguir las instrucciones para
2. Manipulación manual

    Trabajos a grandes alturas.

    Trabajos en los que se requieren dos personas.

    Trabajos eléctricos de seguridad.
3. Utilizar las herramientas adecuadas al trabajo que se va a realizar.
4. Antes de empezar las tareas, debe ponerse el controlador en modo de servicio.
5. Comprobar, cada hora, la velocidad del viento. En caso de que dicha velocidad supere los 20 m/s deberán detenerse las tareas en la góndola.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 2.4.41 APRIETE DE LOS PERNOS

*Equipo de Protección Personal (EPP):*

En la torre: Utilizar, como mínimo, el calzado de seguridad, el casco de protección y la protección para los oídos.

En la góndola: Utilizar, como mínimo, el calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

1. Antes de empezar las tareas, debe ponerse el controlador en modo de servicio.
2. Seguir el Procedimiento Establecido en: Mantenimiento rutinario de los equipos de la góndola.
3. Utilizar correctamente las herramientas. En caso de que surgiese alguna duda, consultarla con el Supervisor del emplazamiento.
4. Utilizar las herramientas única y exclusivamente para las aplicaciones que se especifican. No deben utilizarse para otras aplicaciones que no sean las especificadas.

### 2.4.42 SUSTITUCIÓN DEL ROTOR O DE LAS PALAS

*Equipo de Protección Personal (EPP):* En la góndola, utilizar, como mínimo, calzado de seguridad, casco y arnés de seguridad sujeto a un perno pasador. Para subir por la torre, utilizar calzado de seguridad, casco, arnés de seguridad sujeto a la guía de seguridad y guantes.

1. El conductor de la grúa es el primer responsable de la grúa y del proceso de elevación.
2. El operador de la grúa y el Supervisor del Emplazamiento decidirán si las condiciones meteorológicas son las adecuadas para realizar la elevación.
3. Aislar el controlador y ponerlo en modo de servicio antes de empezar a trabajar.
4. Seguir el procedimiento establecido en Mantenimiento Rutinario del equipo de la góndola.
5. Para sustituir las palas, bajarlas junto con el buje. Utilizar una grúa adecuada para el peso del rotor, cuya altura de elevación por debajo del gancho sea, como mínimo, 4 metros más que la altura del buje. Si es posible, utilizar un camión grúa más pequeño, para evitar que alguna de las palas golpee el suelo durante el proceso de elevación.
6. Colocar la grúa grande sobre la zona preparada y la grúa pequeña al lado.

Bajar el Rotor

1. Colocar los soportes (palets cubiertos con mantas) en el suelo donde va a estar apoyado el rotor. Se debe utilizar un soporte para el buje y uno para cada una de las palas.
2. Abrir la cubierta de la góndola.
3. Llevar el equipo y las herramientas necesarias a la góndola utilizando la grúa de la góndola.
4. Orientar la góndola de manera que se consiga una posición adecuada para bajar el rotor.
5. Poner el freno mecánico.
6. Desmontar las conexiones de la unidad hidráulica con el anillo colector.
7. Girar el rotor con cuidado, desbloqueando el freno mecánico con el armario de control en la góndola, y aflojar y quitar los pernos que unen el rotor al buje, hasta que sólo queden cuatro pernos consecutivos. Los cuatro pernos deberán estar situados entre las dos palas que tengan atadas las cuerdas guías.
8. Cada vez que el rotor gira hasta una nueva posición, aplicar el freno mecánico para asegurar el eje, antes de seguir quitando pernos.
9. Con la grúa pequeña, subir la cabina con dos personas hasta la altura del extremo de la pala. Cada operario deberá llevar un arnés de seguridad sujeto a algún punto fijo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133021

10. Desde la cabina, atar el extremo de una de las cuerdas guía de 150 m al eje del extremo de una de las palas.
11. Repetir los dos pasos anteriores para atar otra de las cuerdas guías a otro de los extremos de la pala.
12. Dejar que el rotor gire para que las palas formen una "Y" con los cuatros pernos en la parte superior y con el aerogenerador bloqueado con el freno mecánico. Las palas superiores deben ser las que tienen las cuerdas guía atadas.
13. Sujetar con una banda de nylon las palas que están en la parte superior por la zona de unión con el buje. Ajustar la longitud de las bandas de manera que la distancia que hay entre la zona de unión con el buje y el gancho de la grúa sea ligeramente superior a la existente entre los dos puntos de enganche del rotor.
14. Mientras la grúa esté levantando, desbloquear el freno mecánico. La grúa deberá soportar aproximadamente el 90 % del peso del rotor.
15. Quitar los últimos cuatro pernos.
16. Levantar el rotor con la grúa y sacarlo del aerogenerador. Dos operarios en tierra controlan cada uno una cuerda guía. En condiciones de vientos fuertes, se puede utilizar un vehículo para sujetar las cuerdas.
17. Bajar el rotor hasta que esté justo por encima del suelo. La pala que estaba en la posición inferior deberá estar suspendida por encima del suelo mediante la sujeción de la grúa pequeña. Colocar la sujeción alrededor del eje del extremo de pala. Hay que evitar que el extremo de pala roce con el suelo para que no resulte dañado.
18. Dejar el rotor en los soportes preparados para ello. Debe haber un soporte para el buje y uno para cada pala.

<u>Desensamblado de las palas</u>

1. Desconectar las conexiones hidráulicas entre las palas y la unidad hidráulica. Aflojar y quitar los pernos que unen la pala al buje, dejando 2 ó 3 en la parte superior de la unión.
2. Colocar las bandas de sujeción en los puntos de equilibrio de las palas. Los puntos de equilibrio están marcados con flechas en el borde de salida de las palas. Atención: el borde de salida debe estar protegido con la protección metálica enmoquetada.
3. Atar las bandas de sujeción a la grúa. Ésta soporta el peso. Quitar los pernos restantes.
4. Colocar las palas en los palets cubiertos con mantas. El extremo de la pala no debe estar atado, para evitar que resulte dañado.

<u>Montaje de las palas en tierra</u>

1. Levantar la pala con una banda de nylon por el punto de equilibrio marcado por la flecha que se encuentra en el borde de salida de ésta. Atención: utilizar la protección metálica enmoquetada para proteger el borde de la pala. Es importante que la banda no deslice por el borde de la pala cuando esté sujeta, ya que el borde de salida de la pala se puede dañar fácilmente. Asegurarse de que la pala esté en equilibrio cuando el ángulo del extremo de la pala está muy próximo al ángulo de ajuste deseado, en el momento en que la banda está ajustada.
2. Situar la base de la pala en la posición deseada respecto al buje. Comprobar que los orificios para los pernos en la pala se ajustan a los orificios para los pernos en el buje, de acuerdo con el punto de ajuste marcado. Ajustar la pala respecto el buje. Apretar algunos pernos con una llave.
3. Comprobar el ángulo del extremo de la pala con una cuerda tensada o mediante las "marcas de ajuste" que se encuentran en la brida que une la extensión de la base con el buje. Si el ángulo no es correcto, aflojar los pernos y girar la pala respecto su eje longitudinal, usando una grúa si es necesario Apretar los pernos y repasar el ángulo. Repetir hasta que el ángulo sea el correcto.
4. Controlar el ángulo de la punta de la pala nuevamente tras terminar el montaje de las tres palas. Apretar todos los pernos a la presión que indica la tabla de pares de apriete del Libro de Referencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 0013302

Montaje del rotor

1. Atar bandas de nylon alrededor de dos palas. Para dirigir las palas, atar 2 cuerdas que harán de guía alrededor de éstas. Las cuerdas guía deben estar atadas en la base de la pala, pasándolas alrededor del eje del extremo de la pala (no atadas), dejando como mínimo 100 m de cuerda para controlar la pala durante la elevación. Las cuerdas deben tener 150 m de longitud como mínimo, para que lleguen hasta el suelo durante todo el proceso de elevación, y luego sea fácil sacarlas del buje.
2. Usar la guía pequeña para elevar la pala que apunta hacia el suelo. Asegurarse de que el extremo de la pala no está apoyado en el suelo durante la elevación.
3. Levantar el rotor apoyado en los soportes. Limpiar las superficies de contacto del buje con las palas antes de continuar con la elevación.
4. Cuando el rotor está elevado, un instalador está en tierra dirigiendo la primera parte de la instalación. El otro instalador se encuentra en la góndola, en comunicación inalámbrica con el conductor de la grúa. El instalador en tierra controla la posición del rotor mediante las cuerdas guías.
5. El instalador en la góndola se ocupa de que el freno mecánico esté desactivado, permitiendo el giro libre del eje principal.
6. Cuando el rotor esté cercano al eje principal, el instalador en la góndola dirigirá al conductor de la grúa y al instalador en tierra que es quien controla el rotor con las cuerdas.
7. Fijar el freno mecánico para mantener el rotor en la misma posición. Insertar y apretar entonces cuantos pernos sea posible desde la góndola; primero a mano y luego con la llave.
8. La grúa cederá lo justo para permitir que el rotor gire un poco. Desbloquear el freno mecánico y girar el eje rotor a mano. Meter más pernos en el mismo lado en que se introdujeron los primeros. Bloquear el freno mecánico. Apretar con una llave dinamométrica.
9. Quitar las bandas de sujeción de las palas. Las bandas continuarán atadas al gancho de la grúa.
10. Colocar el resto de los pernos y apretarlos con una llave dinamométrica. Cada vez que el rotor tenga que girar para acceder al siguiente orificio para un perno, desbloquear el freno mecánico, girar el rotor cuanto sea necesario y volver a bloquear el freno mecánico.
11. Una vez todos los pernos estén colocados. Aflojar las cuerdas guías, si es necesario. Desbloquear el freno mecánico para permitir que el rotor gire hasta que las cuerdas caigan solas.
12. Apretar los pernos. Instalar la conexión entre la unidad hidráulica y el anillo colector.

### 2.4.43 SUSTITUCIÓN DE LOS EXTREMOS DE PALA EN PALAS INSTALADA

*Equipo de Protección Personal (EPP):* En la góndola, utilizar como mínimo calzado de seguridad, casco y arnés de seguridad sujeto a un perno pasador. Para subir por la torre se debe utilizar calzado de seguridad, casco, arnés de seguridad sujeto a la guía de seguridad y guantes.

En la cabina se debe utilizar calzado de seguridad, casco y arnés de seguridad. La cabina debe medir 1 m x 2,5 m y debe estar equipada con accesorios de sujeción y acolchada para evitar dañar el extremo de pala.

Sólo cuando la velocidad del viento es inferior a 10 m/s, el extremo de pala puede ser cambiado.

El conductor de la grúa es el responsable absoluto de la grúa y del proceso de elevación.

El personal de tierra no deberá caminar por debajo de la cabina.

1. Poner el controlador en modo de servicio antes de iniciar las tareas.
2. Frenar el aerogenerador y orientarlo a favor del viento.
3. Girar el rotor hasta que la pala con el extremo dañado quede en posición horizontal.
4. Montar el bloqueo del rotor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.coitim.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013303

5. Desmontar el acoplamiento hidráulico rápido de cada pala de la unidad hidráulica. Utilizar una bomba manual para aplicar presión de manera que los extremos de pala se sitúen en posición de frenado.
6. Desmontar la conexión de cables entre la unidad hidráulica y el anillo colector.
7. Planificar la elevación para designar rutas de acceso que aseguren la integridad física del personal.
8. Mantener el contacto entre el operador de la grúa y el resto de personal por vía radio.
9. Colocar el extremo de pala y las herramientas necesarias en la cabina. Enganchar la cabina a la guía.
10. Elevar la cabina con las herramientas y dos operarios hasta una posición en la que la cabina pueda engancharse a la pala horizontal, por seguridad.
11. Quitar la placa de acceso al extremo de pala.
12. Aflojar el dispositivo de (TENSIONING DEVICE) y el acoplamiento de sujeción (SLING ROD ASSEMBLY), para liberar el extremo de pala de ésta.
13. Asegurar la cabina a la pala con una cuerda, desplazar la cabina horizontalmente hasta el extremo de la pala, y enganchar la cabina al extremo de pala.
14. Quitar el extremo de pala separando horizontalmente la cabina de la pala. Bajar la cabina al suelo con el extremo de pala enganchado.
15. Reparar, si es posible, el extremo de pala dañado. (Si no es posible repararlo en el lugar, y no hay recambios de extremos de pala disponibles, antes de completar la operación, el extremo de pala deberá ser reparado fuera del emplazamiento).
16. Atar el extremo de pala reparado a la cabina horizontalmente. Elevar la cabina, con el extremo de pala enganchado, y volver a la posición de montaje.
17. Montar el extremo de pala.
18. Tras el montaje, comprobar que el extremo de pala puede moverse sin problemas y se ajusta correctamente cuando vuelve a la posición de trabajo. Para ello, probar el sistema de freno aerodinámico desde el aerogenerador. Si el extremo de la pala no puede moverse libremente o no se ajusta correctamente, remoldear la fibra de vidrio, o esperar hasta la reposición del extremo de pala original una vez haya sido reparado.
19. Desenganchar la cabina del extremo de la pala y bajarla al suelo.
20. Desmontar el bloqueo del rotor y probar los sistemas de freno del aerogenerador antes de poner otra vez el controlador en modo de operación automática.
21. Desbloquear el freno mecánico.

### 2.4.44 SUSTITUCIÓN DEL MULTIPLICADOR Y DE LA UNIDAD EJE ROTOR

General

El multiplicador y el eje rotor constituyen una unidad. El eje rotor está montado en el espacio del eje del multiplicador y enganchado con un anillo de compresión.

*Equipo de Protección Personal (EPP).*

Personal en la góndola; calzado de seguridad, casco, arnés de seguridad sujeto a un perno pasador.

Personal en tierra: calzado de seguridad, casco

Proceso para elevar el multiplicador y la unidad eje rotor

1. Elevar el multiplicador y la unidad eje rotor mediante tres soportes: uno en el perno pasador en el extremo del eje rotor, y uno en cada pasador de la parte superior trasera de la carcasa del multiplicador. La grúa deberá sostener los dos soportes posteriores en un gancho, y el soporte frontal en un segundo gancho.
2. Seguir el procedimiento establecido en el mantenimiento ordinario del equipo en la góndola.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 13302
VISADO

Desensamblado del multiplicador y de la unidad eje rotor

1. Antes de iniciar el proceso, poner el controlador en modo de servicio.
2. Bajar el rotor según el procedimiento establecido en Recambio del rotor o de las palas.
3. Desconectar los cables del sensor PT-100, de la caja TP4 y de los sensores de RPM en el eje rotor.
4. Desconectar los manguitos hidráulicos que unen la unidad hidráulica y las pinzas de freno.
5. Quitar la protección de la junta cardan y desmontarla.
6. Quitar la carcasa del cojinete y los pernos de montaje del engranaje que hay en él.
7. Colocar un tornillo con pasador en el centro de la brida delantera del eje (M30).
8. Colocar la bancada en el suelo lista para soportar la unidad del eje del rotor y del multiplicador. La bancada debe estar situada bajo la suspensión del multiplicador y la placa de asiento del cojinete.
9. Levantar el multiplicador y la unidad del eje rotor. Es posible que haya que utilizar una palanca para poder sacar el cojinete de la estructura de la máquina, debido a la utilización de Loctite en el enganchado de las dos superficies.
10. Colocar la unidad en el suelo, en los soportes preparados, apoyando la pieza en la bancada por la suspensión del multiplicador y por la placa de asiento del cojinete.
11. Si el recambio del multiplicador ya tiene montado el eje, consultar el Montaje del multiplicador / unidad del eje rotor.

Cambio del multiplicador

1. Desmontar las pinzas de freno y el disco de freno de acuerdo con el procedimiento establecido en Recambio del freno mecánico.
2. Limpiar el aceite del multiplicador y montar la banqueta posterior del multiplicador.
3. Levantar el multiplicador y el acoplamiento del eje rotor hasta situarlos verticalmente mediante dos ganchos de grúa y colocar el ensamblado en la banqueta posterior del multiplicador.
4. Quitar la cubierta del eje rotor para el eje de bajas revoluciones del multiplicador y desatornillar los tornillos del anillo de compresión del eje rotor.
5. Levantar el eje rotor hasta sacarlo del multiplicador usando la grúa y herramientas de presión hidráulica por la boquilla del eje del multiplicador.
6. Colocar el nuevo multiplicador verticalmente con la banqueta trasera del multiplicador.
7. Limpiar el hueco para el eje del multiplicador por dentro y por fuera con "Metal Klene" Si el nuevo multiplicador no tiene anillo de compresión instalado, preparar, limpiar e instalar el anillo de compresión del multiplicador antiguo. Engrasar los pernos del anillo de compresión.
8. Levantar el eje rotor mediante el pasador del eje del rotor y mantenerlo suspendido de la grúa. Limpiar el extremo del eje con "Metal Klene".
9. Introducir el eje rotor dentro del nuevo engranaje. Apretar los pernos de ajuste del anillo de compresión. Apretar gradualmente en diversas tandas hasta alcanzar la tensión correcta.
10. Rociar el anillo de compresión con protección superficial anti-corrosión (Tectyl-Carlofon)
11. Instalar la parte posterior de la cubierta.
12. Levantar la unidad hasta la góndola y situarla en posición horizontal sobre la bancada.
13. Montar el sensor de RPM. Los tornillos del anillo de compresión se utilizan como señales para el sensor. El espacio de separación debe estar entre 12 y 2 mm.
14. Montar la parte superior de la cubierta del anillo de compresión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

15. Limpiar el aceite restante en el multiplicador (aceite acumulado durante el transporte).
16. Conectar el sensor PT100 y la caja TP4.
17. Poner aceite en el multiplicador hasta que el nivel alcance la línea central.
18. Montar el freno de disco y o las pinzas de acuerdo con el procedimiento establecido en Recambio del freno mecánico.

Montaje del multiplicador / unidad eje rotor

1. Limpiar las superficies de montaje del asentamiento de la maquinaria con "Metal Klene" para quitar la pintura y la suciedad.
2. Atar una cuerda de guía a la brida del eje rotor.
3. Levantar la unidad de los soportes. Limpiar todas las superficies de montaje con "Metal Klene" antes de levantar la unidad del asentamiento de la maquinaria.
4. Cuando la unidad esté ya cerca de su ubicación, el controlador en la cabina guiará al conductor de la grúa mientras que el controlador de tierra se encargará de controlar la orientación de la unidad con las cuerdas guía. Cuando el controlador de góndola asuma del control total de la unidad, el controlador de tierra deberá unirse a él en la cabina antes de continuar con el trabajo.
5. Utilizar Loctite 586 tipo AVX para el contacto de superficies antes de situar el emplazamiento del cojinete en la estructura.
6. Colocar la unidad para poder ajustar los orificios para los pernos de las bridas mediante una palanca. Dejar la unidad sobre la superficie de contacto. Engrasar los tornillos de sujeción del cojinete del eje del rotor, y luego insertarlos y apretarlos. Si se utilizan pernos Delta, no engrasarlos. Apretar los pernos de la suspensión del engranaje de uno de los lados. Comprobar que los cojinetes al otro lado no están ni demasiado apretados ni demasiado flojos. Es importante que el multiplicador quede "colgando" del eje rotor. Apretar los pernos de la suspensión del lado que falta.
7. Pintar los tornillos de la suspensión del engranaje, así como la zona del montaje usando pintura para el engranaje.
8. Pintar los tornillos de la carcasa del cojinete del eje del rotor y las zonas de montaje en la estructura usar la pintura de las fijaciones de los cojinetes.
9. Comprobar que el generador está instalado correctamente antes de instalar el acoplamiento del generador con la junta cardan. Consultar el procedimiento establecido en "Montaje del Generador".
10. Conectar los cables al sensor PT-100. Instalar el sensor de rpm del eje del rotor y la caja TP4.
11. Ajustar y comprobar los frenos del sistema de acuerdo con el procedimiento establecido en "Inspección del sistema de freno mecánico".

### 2.4.45 SUSTITUCIÓN DEL GENERADOR

General

El generador tiene instalado un ventilador en el extremo del eje a través de la junta cardan que lo acopla al eje de alta velocidad del multiplicador. El extremo de la parte posterior de la junta cardan se ensambla con una brida de acoplamiento al eje del generador. En el multiplicador, la junta cardan se ensambla con el freno de disco.

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Personal en la góndola: calzado de seguridad, casco de protección, arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

Personal en tierra: calzado de seguridad y casco de protección.

El controlador debe estar en modo de servicio antes de empezar las operaciones.

Seguir los Procedimientos Establecidos: Mantenimiento rutinario de los equipos de la góndola.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

Los pernos del eje de la junta cardan se aprietan utilizando Loctite.

La altura de elevación de la grúa, por debajo del gancho, debe ser como mínimo 3 o 4 m por encima del alojamiento del generador.

Desmontaje del generador

1. Cortar el suministro de energía del aerogenerador, desconectando el interruptor principal (posición OFF).
2. Quitar la cubierta de protección de la junta cardan y los pernos de la brida de acoplamiento del generador con el freno de disco.
3. Desconectar los cables que van al sensor que mide la velocidad de giro (rpm) y las conexiones a tierra.
4. Desconectar los cables del generador en la caja de bornes. Comprobar las identificaciones de los cables.
5. Quitar los pernos de la plataforma de asiento del generador, situados en la suspensión de goma.
6. Colocar algún tipo de soporte para dejar el generador en el suelo.
7. Enganchar el generador con dos cadenas por los pernos de sujeción que se encuentran en cada extremo del generador y desmontarlo.

Montaje del generador

1. Comprobar que las bases de las superficies de montaje del generador estén limpias.
2. Levantar el generador con dos cadenas que se engancharán a los pernos de sujeción de éste. Durante la elevación, una persona estará situada en tierra para dirigir la primera parte del proceso de montaje. Otra persona estará situada en la góndola, y en comunicación con el conductor de la grúa.
3. Cuando se descarga el generador dentro de la góndola, situarlo sobre la suspensión de caucho.
4. Introducir los pernos de la plataforma de asiento del generador sin apretarlos excesivamente antes de fijar el generador a la bancada de la máquina.
5. Apretar los pernos ligeramente, de manera que se permita ajustar la colocación del generador según las tolerancias del Manual de Servicio y Mantenimiento.
6. Después de ajustar el generador, apretar todos los pernos de la plataforma de asiento del generador.
7. Montar el acoplamiento. Aplicar Loctite 242 a los pernos según las tablas de apriete del Libro de Referencia.

### 2.4.46 SUSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE ORIENTACIÓN

General

Los engranajes del sistema de orientación están montados en la brida de alojamiento, en una zona debidamente mecanizada. Todos los tornillos están fijados con tuercas excepto los tres tornillos situados junto al zócalo (encima del anillo de giro del sistema). En esta zona la brida presenta orificios pasantes.

Por debajo de la brida se encuentra la rueda dentada montada sobre un eje fileteado La rueda dentada está fijada mediante un disco con tres tornillos avellanados en el extremo del eje.

*Equipo de Protección Personal (EPP):* Personal en la góndola: calzado de seguridad, arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

Personal en tierra: calzado de seguridad y casco de protección

1. El controlador debe estar en modo de servicio antes de empezar las operaciones.
2. Seguir los Procedimientos Establecidos: Mantenimiento ordinario de los equipos de la góndola.
3. Desmontaje de los engranajes de orientación:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Bajar o subir los engranajes del sistema de orientación utilizando una polea y un polipasto por el interior de la torre. Utilizar un trinquete para los engranajes de la brida de alojamiento.

Desmontaje del sistema de orientación

1. Antes de empezar a trabajar, poner el controlador en modo de servicio.
2. Activar el bloqueo manual del sistema de orientación.
3. Desmontar el motor del sistema de orientación y sujetar con pernos una abrazadera sobre él.
4. Quitar todos los pernos de la brida donde se aloja el sistema de orientación y los del disco de la rueda dentada.
5. Empujar la rueda dentada hacia abajo por el eje hasta llegar a tocar la brida intermedia.
6. Levantar el engranaje del sistema de orientación hasta que la rueda dentada toque la brida de alojamiento que se encuentre por debajo.
7. Repetir los pasos 5 y 6 hasta que la rueda dentada quede libre. Levantar el engranaje del sistema de orientación, y desmontarlo.

Montaje del sistema de orientación

1. Subir el engranaje del sistema de orientación desde el suelo.
2. Bajar gradualmente el engranaje de orientación hacia la brida de alojamiento. Al mismo tiempo, colocar la rueda dentada en el eje. Aplicar Mobiltac 81 en el fileteado.
3. Engrasar los pernos de la brida de alojamiento del engranaje del sistema de orientación con Mobiltac 81, en el fileteado.
4. Aplicar Loctite en los pernos de la brida del disco de la rueda dentada y apretarlos con el par de apriete requerido. Aplicar Tectyl en la rueda dentada y en el disco.
5. Instalar el motor de orientación y los cables.
6. Realizar la comprobación del sistema de orientación según se indica en el procedimiento establecido en "Inspección del sistema de orientación".

### 2.4.47 SUSTITUCIÓN DE LAS ZAPATAS DE FRENO DEL SISTEMA DE ORIENTACIÓN

General

Los equipos de fricción del sistema de orientación están constituidos por zapatas de freno que están en contacto con la superficie inferior de la brida intermedia, y por los discos de fricción que lleva la bancada de la máquina. Los discos de fricción se fijan mediante pernos sobre la brida de alojamiento que está justo debajo (los pernos se aprietan desde arriba) y deslizan sobre el anillo del sistema de orientación.

*Equipo de protección personal (EPP):* Debe utilizarse calzado de seguridad y el arnés de seguridad sujetado a uno de los pernos de sujeción.

Sustitución de las zapatas de freno del sistema de orientación

1. El controlador debe estar en modo de servicio antes de empezar las tareas.
2. Seguir el procedimiento establecido en “Mantenimiento ordinario de los equipos de la góndola".
3. Sustituir las zapatas de freno de una en una.
4. Activar el bloqueo manual del sistema de orientación.
5. Quitar el tornillo de las pastillas de freno del sistema de orientación de las pletinas, de manera que los pistones puedan deslizar hacia abajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013382

6. Sacar una zapata.
7. Colocar la nueva zapata. Cuando se instale la nueva zapata, engrasar las superficies que vayan a estar en contacto con la brida intermedia, con grasa D-180. Engrasar las zonas de contacto de los pistones con los platos con muelle.
8. Repetir los pasos 5 a 7 hasta que todas las zapatas hayan sido cambiadas.
9. Tras cambiar todas las zapatas, apretar todos los tornillos de montaje a la misma tensión, hasta que el consumo de energía durante el funcionamiento del sistema de orientación sea el correcto. El consumo de energía debe comprobarse según se indica en el procedimiento establecido en "Inspección del sistema de orientación".

### 2.4.48 SUSTITUCIÓN DE LOS DISCOS DE FRICCIÓN

*Equipo de protección personal (EPP):* Usar como mínimo calzado de seguridad y arnés de seguridad sujeto a un perno pasador.

1. Poner el controlador en modo de servicio antes de iniciar el proceso.
2. Seguir el procedimiento establecido: mantenimiento ordinario del equipo de la góndola.
3. Sustituir los discos de fricción de uno en uno.
4. Aplicar el freno manual del sistema de orientación.
5. Quitar las zapatas del freno del sistema de orientación que estén más cerca del disco que va a ser cambiado de manera que se dispone del espacio necesario para elevar la unidad Seguir el procedimiento establecido en "Sustitución de las zapatas del freno del sistema de orientación".
6. Aflojar los pernos del freno del sistema de orientación.
7. Quitar todos los pernos de la brida de alojamiento del sistema de orientación EXCEPTO uno en cada lado de ésta. Estos deberán estar únicamente aflojados.
8. Cambiar tornillos DBI en la brida de alojamiento, por tornillos M24 engrasados. Situar los discos de acero en la parte superior del anillo del sistema de orientación para protegerlo de la presión de los tornillos.
9. Levantar la brida de alojamiento (y el asentamiento de la maquinaria) apretando los tornillos M24. Comprobar distancia de aislamiento que debe haber y las sujeciones del sistema de orientación apretando los pernos.
10. Cuando el espacio que haya entre la brida de alojamiento y el anillo del sistema de orientación sea suficientemente ancho, golpear suavemente la cabeza de los tornillos para poder sacar más fácilmente los discos de fricción. Sacar los tornillos M24 y el plato.
11. Cuando se realice la instalación de los nuevos discos de fricción engrasarlos con D- 180 antes del apretado de tornillos.
12. Repetir los pasos 3 al 9 hasta que se hayan cambiado todos los discos de fricción.
13. Cuando todos los discos hayan sido cambiados, quitar los tornillos M24, instalar los tornillos DBI y apretar las zapatas del sistema de freno de acuerdo con el procedimiento establecido en "Cambio de las zapatas del freno del sistema de orientación".

### 2.4.49 SUSTITUCIÓN DE LA UNIDAD HIDRÁULICA

General.

Si se producen defectos fuera del proceso de ajuste ya sea en el freno de extremo de pala o en la unidad hidráulica, se sustituye toda la unidad por otra nueva o reparada fuera del parque.

Cuando los sistemas hidráulicos están siendo sustituidos o reparados, se debe activar todos los frenos y realizar todas las comprobaciones de seguridad para completar el proceso de acuerdo con el procedimiento establecido en "Inspección del sistema de freno mecánico".

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00833?2
VISADO

*Equipo de protección personal (EPP):* Personal en la góndola: calzado de seguridad, arnés de seguridad sujeto a un perno pasador. Personal en tierra: calzado de seguridad y casco.

Sustitución de la unidad de hidráulica del freno de extremo de pala

1. Poner el controlador en modo de servicio antes de iniciar el proceso.
2. Seguir el procedimiento establecido en "Mantenimiento ordinario del equipo en 1 góndola".
3. Frenar el rotor de manera que la unidad hidráulica quede en la parte superior del buje.
4. Aplicar el bloqueo manual del rotor.
5. Desconectar el circuito eléctrico e hidráulico, así como la unidad hidráulica.
6. Bajar la unidad hidráulica antigua hasta el suelo, utilizando la grúa de la góndola.
7. Subir la nueva unidad hidráulica a la góndola con la grúa de ésta.
8. Instalar la nueva unidad hidráulica y conectar los circuitos hidráulicos y eléctricos.
9. Ajustar y realizar las comprobaciones.

Sustitución de la unidad hidráulica del freno mecánico

1. Poner el controlador en modo de servicio antes de iniciar el proceso.
2. Seguir el procedimiento establecido en "Mantenimiento ordinario del equipo de la góndola".
3. Frenar el rotor y aplicar el bloqueo manual del rotor.
4. Desconectar el circuito hidráulico y eléctrico, así como la unidad hidráulica.
5. Bajar la unidad hidráulica antigua hasta el suelo, utilizando la grúa de la góndola.
6. Subir la nueva unidad hidráulica a la góndola con la grúa de ésta.
7. Instalar la nueva unidad hidráulica y conectar los circuitos Hidráulicos y eléctricos.
8. Ajustar y comprobar según el procedimiento establecido en "Inspección del sistema de freno mecánico".

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.5 SUSTITUCIÓN DEL FRENO MECÁNICO

General

El freno mecánico se encuentra en la parte posterior del multiplicador. Consiste en unas pinzas de freno a prueba de fallos y en un disco de freno.

*Equipo de protección personal (EPP):*

Personal en góndola- calzado de seguridad, arnés de seguridad enganchado a un perno pasador.

Personal en tierra: calzado de seguridad y casco.

1. Seguir el procedimiento establecido en "Mantenimiento ordinario del equipo en la góndola".
2. Cuando se quiten las pinzas de freno, bloquear el disco de freno con el pasador de bloqueo.
3. Al quitar el disco de freno, bloquear el eje del rotor con el bloqueo manual del rotor.

Sustitución de las pinzas de freno

1. Poner el controlador en modo servicio antes de iniciar el proceso.
2. Frenar el rotor y aplicar el pasador de bloqueo del disco de freno.
3. Quitar los bloqueos de los frenos.
4. Desconectar las conexiones hidráulicas y eléctricas.
5. Quitar los tornillos de las pinzas y sacar las pinzas.
6. Bajar a tierra las pinzas viejas con la grúa de la góndola.
7. Subir las pinzas nuevas con la grúa de la góndola.
8. Quitar la grasa y la suciedad que pueda quedar en el multiplicador, donde vayan a ser instaladas las pinzas.
9. Engrasar los pernos con "Mobiltac 81" y apretarlos a la tensión que corresponda.
10. Conectar el circuito hidráulico y eléctrico.
11. Ajustar y probar según el procedimiento establecido en "Inspección del sistema de freno mecánico".

Sustitución del disco de freno.

1. Poner el controlador en modo de servicio antes de iniciar el proceso.
2. Frenar el rotor y aplicar el bloqueo manual del rotor.
3. Quitar las pinzas del freno. Seguir el método explicado arriba.
4. Aflojar los pernos del anillo de compresión.
5. Montar los pernos que fijan el freno al disco de freno y al eje.
6. Retirar el disco.
7. Limpiar el engranaje con "Metal - Klene", instalar el freno de disco y apretar los pernos del anillo de compresión a la tensión requerida.
8. Proteger el anillo de compresión con spray anticorrosión para superficies (Tectyl / Carlofon).
9. Instalar las pinzas de freno y apretar los pernos a la tensión necesaria. Limpiar la grasa y la suciedad de las superficies de montaje.
10. Engrasar los pernos con "Mobiltac 81" y apretar a la tensión necesaria.
11. Conectar los circuitos eléctricos e hidráulicos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

12. Ajustar y comprobar con el procedimiento establecido en “Inspección del sistema de freno mecánico".

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 2.6 PRÁCTICAS PARA LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Seguir aquellas instrucciones incluidas en el Manual de Instalación y de Servicio relacionadas con una descripción detallada de la forma de realizar en un modo seguro y minucioso las distintas tareas de trabajo y las inspecciones.

El Manual de Instalación y Servicio contiene, también, instrucciones para el uso y mantenimiento del equipo de protección personal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.7 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE SEGURIDAD Y ELEVACIÓN

La Inspección y el Mantenimiento de los equipos de seguridad y elevación deberán realizarse regularmente de acuerdo con los requerimientos de la normativa y con las recomendaciones del fabricante.

Seguir el procedimiento descrito en el Manual de Instalación y de Servicio para cada una de las inspecciones regulares de los equipos de seguridad y de elevación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 2.8 MANIPULACIÓN DE MATERIAL

Todos los empleados deberán seguir las directrices establecidas por los respectivos fabricantes para el almacenaje, el uso y la eliminación de las sustancias usadas en el emplazamiento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.9 PROCEDIMIENTO EN CASO DE ACCIDENTE

El procedimiento general a seguir por cualquier persona en caso de producirse un accidente en el emplazamiento es el siguiente:

1. Atender a las personas heridas solo para evitar daños mayores, y siempre que en la operación no se pongan en peligro otras personas.
2. Llamar al Supervisor del emplazamiento y asegurar que se proporcionan los primeros auxilios tan rápido como sea posible.
3. Aislar el aerogenerador, si el accidente tiene lugar en este. Aislar cualquier unidad o maquinaria, u otro equipo o herramienta conectada a la red.
4. No tocar nada del lugar del accidente a menos que sea indispensable para poder atender a personas heridas o para garantizar la seguridad general.
5. Asegurar que todo el personal esté protegido de cualquier peligro remanente, en la medida de lo posible.
6. Examinar el emplazamiento y el alcance del accidente, buscar y determinar los factores que puedan ser de utilidad para la investigación del suceso.
7. Tan pronto como sea posible, después del accidente, redactar unas notas según las observaciones anteriormente hechas.
8. Realizar una investigación del accidente de acuerdo con los procedimientos de investigación de accidentes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

## 2.10 INFORME DE ACCIDENTES E INCIDENTES PELIGROSOS

En el caso de producirse un accidente o un incidente peligroso, el Supervisor del emplazamiento debe de ser informado de inmediato.

Se considera accidente a un suceso en el que resulta dañada o herida alguna persona. Por incidente peligroso se entiende un suceso que puede, potencial mente, desembocar en un accidente. Por ejemplo un "fallo por descuido".

Se debe realizar una investigación interna de los accidentes e incidentes peligrosos en el emplazamiento.

El informe de investigación analiza las razones por las que sea ha producido el suceso. A partir de éste se emprenden las acciones necesarias para eliminar la posibilidad de que en un futuro vuelva a producirse un hecho similar.

La persona o personas implicadas en el suceso, la persona encargada del trabajo en el momento del accidente, el Supervisor del emplazamiento, el encargado de la seguridad y cualquier testigo deben completar el formulario de investigación de accidentes e incidentes peligrosos.

### 2.10.1 RESPONSABILIDADES

El Supervisor del emplazamiento es responsable de;

- Asegurar que se realizan las investigaciones internas para cualquier accidente o incidente peligroso que se produzca.
- Rellenar el informe y hacer llegar una copia al Departamento de Seguridad y Salud de la compañía.
- Hacer un informe para las autoridades locales cuando sea preciso.
- Hacer un informe de todos los incidentes para el Comité de Seguridad.

### 2.10.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN

1. Discutir detenidamente los hechos entre el personal involucrado, el responsable de Seguridad y el director de Seguridad y Salud.
2. Examinar los hechos en el emplazamiento Tomar fotos del lugar del suceso en el emplazamiento puede ayudar a esclarecer los hechos. Realizar, también, un informe escrito de lo ocurrido.
3. Interrogar a las personas heridas.
4. Interrogar a todos los testigos que hayan presenciado los hechos.
5. Interrogar la persona que estaba a cargo de los trabajos en el momento de producirse el accidente o el incidente peligroso.
6. Determinar todas las causas del accidente o del incidente peligroso.
7. Evaluar cómo se desarrollaron los hechos como, por ejemplo, la respuesta de primeros auxilios, o la ejecución de los procedimientos de emergencia.
8. Desarrollar vías para minimizar la posibilidad de que se vuelva a producir otro suceso similar. Formular las siguientes cuestiones:
   - ¿Cómo podemos evitar las causas que originaron del suceso?
   - Si no pueden evitarse dichas causas, ¿cómo podemos modificar las tareas para crear un entorno de trabajo más seguro?
   - Si las tareas o el entorno no puede ser modificado, ¿cómo se puede proteger mejor al personal?
9. Hacer una lista de las acciones necesarias para reducir el peligro y establecer una fecha límite para llevarlas a cabo. Asignar una persona para cada acción.
10. Examinar la finalización de las acciones en las revisiones del Comité de Seguridad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

11. Revisar la documentación de las tareas afectadas, si es aplicable.

### 2.10.3 REGISTRO

Completar el formulario de investigación de accidentes e incidentes peligrosos.

Rellenar el informe en el emplazamiento y mandar una copia al Departamento de Seguridad y Salud de la compañía.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 2.11 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE EMERGENCIA

### 2.11.1 RESPONSABILIDADES

*Supervisor del emplazamiento.*

El supervisor del emplazamiento es el responsable de contactar con los servicios de emergencia en caso de situación de emergencia. Deberá especificar el lugar exacto e informar de la naturaleza de los hechos que han causado la emergencia. Puede delegar responsabilidad según lo requieran las circunstancias.

*Asistentes de Primeros Auxilios.*

Los que están certificados en primeros auxilios son los responsables de atender al herido, si es que hay alguno.

*Responsable Antiincendios.*

- coordina la evacuación a un lugar más seguro.
- hace un recuento el personal y los visitantes que pueda haber en el emplazamiento.
- facilita la información del personal que falta a los servicios de emergencia.
- se asegura de que las personas evacuadas permanezcan en una zona fuera de peligro.

### 2.11.2 SERVICIOS DE EMERGENCIA.

El Supervisor del Emplazamiento deberá mantener a los servicios de emergencia locales informados acerca de la ubicación y la naturaleza del lugar, los puntos de acceso al mismo, qué tipo de situaciones pueden darse y cómo deben tratarse. El Supervisor deberá establecer claramente con cada servicio como contactar con ellos en caso de emergencia (usar formulario de contactos de emergencia).

En caso de que un incidente sea explicado por una persona que no es de la empresa, los servicios de emergencia deberán ser informados en detalle por el Supervisor del Emplazamiento.

### 2.11.3 PROCEDIMIENTOS.

*Incendio.* Salto de la alarma. Pedir ayuda:

- ✓ al Supervisor del Emplazamiento, que lo comunicará a los servicios de emergencia.
- ✓ directamente a los servicios de emergencia, y luego notificar al Supervisor del emplazamiento.
  - El interruptor principal del aerogenerador o del engranaje, debe ser desconectado inmediatamente. Si esto no es posible desde el emplazamiento, solicitar la interrupción de la conexión al Supervisor de la Red Local.
  - Si el incendio tiene lugar dentro de un aerogenerador, intentar apagar el fuego con el extintor. Si el incendio está descontrolado, evacuar el aerogenerador inmediatamente y establecer una barrera para que no entre nadie más.
  - Si el incendio tiene lugar fuera del aerogenerador, intentar extinguir el fuego si es posible, pero sin correr riesgos personales. Utilizar el dispositivo antiincendio adecuado. No utilizar nunca agua en incendios provocados por un fallo eléctrico o por una explosión de aceite/petróleo. Usar los extintores facilitados.
  - Si el fuego se extiende, retroceder inmediatamente, cerrando todas las puertas que tenga a su espalda.
  - Al escuchar la alarma o recibir la orden por el Responsable Antiincendio, todo el personal deberá evacuar inmediatamente el emplazamiento y dirigirse a la salida principal.
  - El Responsable Antiincendios deberá hacer un recuento de todo el personal en el emplazamiento, incluyendo visitantes. Esta información deberá ser proporcionada a los servicios de emergencia inmediatamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Nadie deberá entrar de nuevo al emplazamiento hasta que los servicios de emergencia concedan el permiso.

*Rayos.* En el caso de una tormenta con rayos y relámpagos en el emplazamiento, todo el personal deberá abandonar inmediatamente el mismo mediante vehículos.

- ✓ No quedarse al lado de un aerogenerador.
- ✓ No entrar a la subestación.
- ✓ No usar el teléfono de la subestación.
  - Si su vehículo no está accesible y no está seguro de llegar a él sin riesgo, tiéndase en el suelo y encójase como un balón, de manera que ocupe el menor volumen posible hasta que la tormenta pase.
  - Si se produce un incendio como consecuencia del impacto de un rayo, seguir los procedimientos de emergencia en caso de fuego
  - No regresar al emplazamiento hasta que no esté seguro de que la tormenta haya pasado o que se dé la instrucción por el Supervisor del emplazamiento.
  - No acercarse al aerogenerador hasta que haya transcurrido una hora desde que cesó la tormenta. Incluso entonces, no acercarse al aerogenerador si se escuchan siseos o silbidos provenientes de las palas.

*Aerogenerador fuera de control.* En caso de que el aerogenerador se quede fuera de control, evacuar el aerogenerador y no aproximarse a menos de 500 metros hasta que el aerogenerador vuelva a estar bajo control.

*Primeros auxilios.* Los equipos de primeros auxilios están situados en los vehículos para uso de todo el personal.

En caso de alguna herida, buscar la ayuda del personal cualificado de primeros auxilios. Llamar a una ambulancia. Permanecer al lado del herido si es posible.

*Ruta de escape.* Hay dos rutas de escape en un aerogenerador.

- ✓ Internamente, por la escalera.
- ✓ Externamente, usando el dispositivo de descenso que está instalado en la góndola.

Cuando sea aplicable, el personal recibirá formación necesaria para escapar externamente del aerogenerador, desde el momento de su incorporación.

*Evacuación.* Para sacar a un herido que este incapacitado de la torre o góndola, bajarlo externamente o internamente de la torre mediante una cuerda, o mediante el dispositivo de descenso (si está instalado) atado a su arnés de seguridad. Todas las trampillas en la torre deberán estar abiertas antes de iniciar el descenso.

*Informe.* El Supervisor del Emplazamiento informará de todos los accidentes al Comité de Seguridad.

*Formación en procedimientos de emergencia.* Todo el personal será formado en estos procedimientos de emergencia desde su incorporación. La formación en métodos de emergencia es válida por un ano, y por tanto se recibirá al menos anualmente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00003302

### 2.11.4 INFORME

Una situación de emergencia se produce como resultado de la culminación de situaciones de peligro y/o accidentes. Es de suma importancia que la causa de la situación se determine y se tomen las medidas para evitar cualquier situación de emergencia de la misma naturaleza.

Por lo tanto, es muy importante que se realice un informe de accidente o de una situación de peligro tan pronto como sea posible, después de que el suceso tenga lugar, y donde sea aplicable tomar medidas para reducir los riesgos de que se produzca otra vez el mismo incidente.

Una situación de emergencia deberá ser investigada, y se informará de ella de la misma manera que se informa de una situación de peligro. Seguir el procedimiento establecido para un accidente o para una situación de peligro.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 2.12 AUDITORÍAS DE SEGURIDAD

Es responsabilidad de todo el personal en el emplazamiento revisar diariamente las condiciones de los equipos, e informar de cualquier irregularidad al Supervisor del Emplazamiento o al Director de Seguridad y Salud.

Todo el personal tiene la responsabilidad de informar al Supervisor del Emplazamiento o al Director de Seguridad y Salud de cualquier accidente o situación que consideren de posible riesgo. Esto incluye informar sobre cualquier infracción en seguridad cometida por un compañero de trabajo.

Cualquier riesgo potencial debe ser investigado inmediatamente, y si es necesario deben pararse todos los trabajos hasta que el riesgo haya desaparecido.

Cuando sea aplicable, se realizarán auditorias de seguridad. Esta revisión de la seguridad se utiliza como una herramienta para cuantificar en la práctica la conformidad con respecto a los estándares de seguridad de la compañía.

Las Auditorias de Seguridad son realizadas en el emplazamiento sin previo aviso, por un auditor interno de la compañía, estas son aplicables tanto a la instalación de proyectos de larga duración, como durante el periodo de operación, servicio y mantenimiento.

Una lista de comprobación de la auditoria de seguridad detalla todas las áreas que se investigaron durante la misma. El auditor rellena la lista y luego la pasa a la dirección de la compañía.

Cualquier aspecto deficiente que se revele en una auditoria de seguridad debe ser rectificado tan pronto como sea posible. Si se identifica una situación de riesgo elevado, se detendrá todo el trabajo si es necesario hasta que el riesgo potencial sea eliminado. El Supervisor del Emplazamiento es el responsable de corregir la situación según corresponda.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 13302

# 2.13 INFORMACIÓN Y FORMACIÓN

## 2.13.1 CONCIENCIACIÓN DE LA SEGURIDAD

Todos los nuevos empleados que estén trabajando en el parque eólico deben completar la formación necesaria y concienciarse del tema de la seguridad antes de empezar a trabajar.

La formación de concienciarse supone discutir las reglas de seguridad, las prácticas de trabajo seguro, los procedimientos de emergencia, los informes en caso de accidentes e incidentes peligrosos, el mantenimiento del registro general, así como discutir la legislación relevante referente a las obligaciones y derechos de los trabajadores y de la empresa.

La fase final de la adquisición de la concienciación de la seguridad consiste en un pequeño test para comprobar el conocimiento de los aspectos de seguridad más importantes.

## 2.13.2 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE EMERGENCIA

Todo el personal está formado en procedimientos en caso de emergencia específicos para el emplazamiento, incluyendo el uso de los dispositivos de descenso y de los extintores.

## 2.13.3 PROCEDIMIENTOS DE FORMACIÓN

La formación en tareas específicas se realiza en el trabajo, aquéllas requeridas para realizar tareas específicas de especial dificultad como montaje, se proporcionarán con la formación adecuada durante las horas de trabajo.

En relación con la formación de concienciación, y dependiendo de la duración del proyecto, se realizarán sesiones de formación actualizada para asegurarse que el personal está familiarizado con las nuevas normas y condiciones en el emplazamiento. El propósito de las sesiones de formación es el disponer del personal con los conocimientos necesarios para asegurar su propia seguridad y la seguridad de terceros que pueden verse afectados por la actuación de los primeros.

## 2.13.4 MANIPULACIÓN MANUAL

Se da un curso de formación en manipulación manual para reducir el riesgo de accidentes causados por una manipulación incorrecta,

## 2.13.5 INSPECCIÓN VISUAL Y USO DEL EQUIPO DE SEGURIDAD

Se dará un curso de formación profesional sobre el uso y la inspección visual del equipo de protección personal.

## 2.13.6 INSPECCIÓN VISUAL Y USO DEL EQUIPO DE ELEVACIÓN

Se realizará un curso de formación profesional sobre el uso y la inspección visual del equipo de elevación, donde sea necesario.

## 2.13.7 PRIMEROS AUXILIOS

De acuerdo con el tamaño del proyecto, se formará en primeros auxilios a un número adecuado de personal.

## 2.13.8 REGISTROS DE FORMACIÓN

Todos los cursos de formación serán evaluados y se registrarán los certificados de éstos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 003302

# 3 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

## 3.1 INTRODUCCIÓN

### 3.1.1 OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

#### 3.1.1.1 OBLIGACIONES Y DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Según los Artículos 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

1. Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de Seguridad y Salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

2. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario deberá realizar la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley. El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo

3. El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

4. Las obligaciones de los trabajadores establecidas por esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.

5. El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 003362
VISADO

### 3.1.1.2 EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN

1. El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

   - la utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
   - los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

2. El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

### 3.1.1.3 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

3. Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y Salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
4. Entregar el plan de seguridad aprobado, a las personas que define el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
5. Trasmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y Salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
6. Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y Salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
7. Montar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y Salud, según lo contenido en el plan de ejecución de obra; mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.
8. Montar a tiempo según lo contenido en el plan de ejecución de obra, contenido en el plan de seguridad y Salud: las "instalaciones provisionales para los trabajadores". Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza; realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conocedor de que se definen y calculan estas instalaciones,
9. para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.
10. Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de seguridad y Salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
11. Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001352

12. Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este Plan de seguridad y Salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y Salud.

13. Colaborar con la Dirección Facultativa de Seguridad y Salud, en la solución técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

14. A lo largo de la ejecución de la obra, realizar y dar cuenta de ello al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, el análisis permanente de riesgos al que como empresario está obligado por mandato de la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, con el fin de conocerlo y tomar las decisiones que sean oportunas.

### 3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

El objeto de las obras a realizar ha sido detallado en la Memoria general del proyecto, por lo que en este apartado se recogen de forma resumida sus características principales.

#### 3.1.2.1 ACCESOS

Los accesos al área del Proyecto se realizarán desde la carretera P-961, que une las poblaciones de Villoldo y Paredes de Nava. El acceso principal, descrito en estudio del parque eólico, se ha diseñado para llegar a través de los viales interiores a todas las instalaciones principales del proyecto, en la misma carretera, se realizará un acceso auxiliar para tener una entrada directa a todas las instalaciones de la planta fotovoltaica en el kilómetro P.K. 7+875, utilizando un camino existente al sureste y después de recorridos 480 metros. Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados.

En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

**Vallado**

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de la instalación fotovoltaica, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso al material utilizado en la construcción del proyecto

#### 3.1.2.2 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los trabajos se desarrollan en el emplazamiento de la obra destinada a tal fin, y cuyo destino es exclusivamente la ubicación de las instalaciones objeto del proyecto, por lo que las únicas interferencias que puedan presentarse son las superposiciones de las diversas fases de los trabajos.

Caso de encontrarse con servicios que puedan verse afectados, se deberán señalizar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133399

### 3.1.2.3 INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

#### 3.1.2.3.1 Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de estas en caso de ser posible.

En caso de que el suministro no pueda realizarse, el contratista dispondrá los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra. Los medios serían principalmente grupos electrógenos.

#### 3.1.2.3.2 Suministro de agua potable

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua.

En caso de que el suministro no pueda realizarse, el contratista dispondrá los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

#### 3.1.2.3.3 Vertido de aguas residuales

Se dispondrá de una fosa séptica provisional o infraestructura equivalente, con capacidad adecuada, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

### 3.1.2.4 ALCANCE

Las actividades a realizar pueden clasificarse en:

- MOVIMIENTO DE TIERRAS:
  - Excavaciones a cielo abierto (desmontes).
  - Excavaciones en zanjas.
  - Excavaciones en trincheras.
  - Terraplenado.
  - Rellenos.

- CIMENTACIONES:
  - Excavación y relleno.
  - Ferrallado.
  - Encofrado.
  - Hormigonado.

- EXTENDIDO DE ZAHORRA:
  - Transporte.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Extensión y compactación.

- COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO:
  - Transporte.
  - Colocación del cable.
  - Relleno y compactación.

- OBRAS DE FÁBRICA:
  - Transporte.
  - Colocación.
  - Encofrado de aletas.
  - Hormigonado.

- INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

- SEÑALIZACIÓN.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 3.2 MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

Se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares y maquinaria:

### 3.2.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Equipo de desbroce.
- Equipos de excavación y carga (Palas cargadoras, mototraíllas).
- Equipos de excavación en posición fija.
- Equipos de acarreo.
- Equipo de nivelación.
- Equipo de compactación.

### 3.2.2 CIMENTACIONES

- Equipo de excavación y carga.
- Equipo de ferralla.
- Equipo de encofrado.
- Equipo de hormigonado.

### 3.2.3 EXTENDIDO DE ZAHORRA

- Equipo de nivelación.
- Equipo de compactación.
- Equipo de puesta en obra.

### 3.2.4 COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

- Equipo de hormigonado.
- Equipo de relleno.
- Equipo de colocación de cable.
- Equipo de montaje de tubería. Medios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 3.2.5 OBRAS DE FÁBRICA

- Equipo de excavación, carga y acarreo.
- Equipo de encofrado.
- Equipo de hormigonado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 3.3 DISPOSICIONES SOBRE EQUIPOS DE TRABAJO

### 3.3.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES

1. Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada.

   Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. No deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

   El operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual. El trabajador expuesto deberá disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente de los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.

   Los sistemas de mando deberán ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas.

2. La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto. -o

   Lo mismo ocurrirá para la puesta en marcha tras una parada, sea cual fuere la causa de esta última, y para introducir una modificación importante en las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, velocidad, presión, etc.), salvo si dicha puesta en marcha o modificación no presentan riesgo alguno para los trabajadores expuestos o son resultantes de la secuencia normal de un ciclo automático.

3. Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

   Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad. La orden de parada del equipo de trabajo tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada del equipo de trabajo o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá el suministro de energía de los órganos de accionamiento de los que se trate.

   Si fuera necesario en función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia.

4. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

5. Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

6. Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre los mismos deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que el acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular,

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 00302

cuando exista riesgo de caída de altura de más de 2 metros, deberán disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 centímetros, o de cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente.

9. En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores deberán adoptarse las medidas de protección adecuadas.

10. Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

    Los resguardos y los dispositivos de protección:

    - Serán de fabricación sólida y resistente.
    - No ocasionarán riesgos suplementarios.
    - No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
    - Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa. No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
    - Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o sustitución de las herramientas y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección.

11. Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

12. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas, cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

13. Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades.

14. Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía.

15. El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores.

16. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, ˢo o polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste. Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, deberán estar acondicionados para el trabajo en dichos ambientes y disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros.

17. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por éste.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

18. Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente.

19. Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de la protecciones y dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo -o posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

20. Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos.

21. Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario.

### 3.3.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A DETERMINADOS EQUIPOS

Disposiciones mínimas aplicables a los equipos de trabajo móviles, ya sean automotores o no:

1. Los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados deberán adaptarse de manera que se reduzcan los riesgos para el trabajador o trabajadores durante el desplazamiento.

   Entre estos riesgos deberán incluirse los de contacto de los trabajadores con ruedas y orugas y de aprisionamiento por las mismas.

2. Cuando el bloqueo imprevisto de los elementos de transmisión de energía entre un equipo de trabajo móvil y sus accesorios o remolques pueda ocasionar riesgos específicos, dicho equipo deberá ser equipado o adaptado de modo que se impida dicho bloqueo.

   Cuando no se pueda impedir el bloqueo deberán tomarse todas las medidas necesarias para evitar las consecuencias perjudiciales para los trabajadores.

3. Deberán preverse medios de fijación de los elementos de transmisión de energía entre equipos de trabajo móviles cuando exista el riesgo de que dichos elementos se atasquen o deterioren al arrastrarse por el suelo.

4. En los equipos de trabajo móviles con trabajadores transportados se deberán limitar, en las condiciones efectivas de uso, los riesgos provocados por una inclinación o por un vuelco del equipo de trabajo, mediante cualquiera de las siguientes medidas:

   - Una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta.
   - Una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor del trabajador o trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta.
   - Cualquier otro dispositivo de alcance equivalente.

     Estas estructuras de protección podrán formar parte integrante del equipo de trabajo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo o cuando el diseño haga imposible la inclinación o el vuelco del equipo de trabajo.

Cuando en caso de inclinación o de vuelco exista para un trabajador transportado riesgo de aplastamiento entre partes del equipo de trabajo y el suelo, deberá instalarse un sistema de retención del trabajador o trabajadores transportados.

5. Los equipos de trabajo móviles automotores cuyo desplazamiento pueda ocasionar riesgos para los trabajadores deberán reunir las siguientes condiciones:

   – Deberán contar con los medios que permitan evitar una puesta en marcha no autorizada.
   – Deberán contar con los medios adecuados que reduzcan las consecuencias de una posible colisión en caso de movimiento simultáneo de varios equipos de trabajo que rueden sobre raíles.
   – Deberán contar con un dispositivo de frenado y parada; en la medida en que lo exija la seguridad, un dispositivo de emergencia accionado por medio de mandos fácilmente accesibles o por sistemas automáticos deberá permitir el frenado y la parada en caso de que falle el dispositivo principal.
   – Deberán contar con dispositivos auxiliares adecuados que mejoren la visibilidad cuando el campo directo de visión del conductor sea insuficiente para garantizar la seguridad.
   – Si entrañan riesgos de incendio, por ellos mismos o debido a sus remolques o cargas, que puedan poner en peligro a los trabajadores, deberán contar con dispositivos apropiados de lucha contra incendios, excepto cuando el lugar de utilización esté equipado con ellos en puntos suficientemente cercanos.

6. Los equipos de trabajo que por su movilidad o por la de las cargas que desplacen puedan suponer un riesgo, en las condiciones de uso previstas, para la seguridad de los trabajadores situados en sus proximidades, deberán ir provistos de una señalización acústica de advertencia.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013102

## 3.4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES EVITABLES

Los riesgos laborales evitables que se presentan en la obra corresponderían a las afecciones en líneas eléctricas y canalizaciones existentes, es decir los derivados de la rotura de instalaciones existentes.

Dado que no se puede hablar de instalaciones existentes ni de afecciones a líneas eléctricas, este aspecto carece de relevancia en el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 3.5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES NO EVITABLES

### 3.5.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 3.5.1.1 EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO

Los desmontes previstos en el proyecto son de poca entidad, siendo todos los materiales que desmontar excavables por medios mecánicos normales. Todos los materiales se consideran suficientemente estables.

Riesgos más frecuentes:

- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por el manejo de la maquinaria o por vibraciones cercanas (paso próximo de vehículos).
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por sobrecarga de los bordes de excavación, o por no emplear el talud adecuado.
- Desprendimiento de tierras y/o rocas, por soportar cargas próximas al borde de la excavación (torres eléctricas, postes de telégrafos, árboles con raíces al descubierto o desplomados).
- Atropellos, atrapamientos y colisiones por maquinaria y vehículos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas en altura (al subir o bajar de la máquina).
- Vuelcos en las maniobras de carga y descarga.
- Polvo ambiental.
- Desprendimiento de taludes y desplome de árboles sobre la máquina.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.).
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas (bajas y altas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Los propios del procedimiento y diseño elegido para el movimiento de tierras.
- Problemas de circulación interna (embarramientos) debido al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras atrapamientos, etc.).

#### 3.5.1.2 EXCAVACIÓN EN ZANJAS

Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de los cortes laterales de una zanja por:
- Cargas ocultas tras el corte.
- Sobrecarga en la coronación, por acumulación de tierras.
- Prolongada apertura.
- Taludes inadecuados.
- Caídas de personal al entrar y salir.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Caída de personas al interior de la zanja, al caminar en las proximidades.
- Golpes por la maquinaria.
- Atrapamientos por la maquinaria.
- Caída de la maquinaria a la zanja.
- Inundación.
- Interferencias por conducciones enterradas.

### 3.5.1.3 EXCAVACIÓN EN TRINCHERAS

Riesgos más frecuentes:

- Vuelco en maniobras de carga y descarga.
- Atropellos, atrapamiento y colisiones por maquinaria y vehículos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas en altura (al subir o bajar de la máquina).
- Polvo ambiental.
- Vibradores, ruido.
- Desprendimiento de tierras.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.).
- Los derivados de trabajos en condiciones meteorológicas extremas (bajas y altas temperaturas, fuertes vientos, lluvias, etc.).
- Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).

### 3.5.1.4 TERRAPLENADO

Riesgos más frecuentes:

- Vuelco en maniobras de carga y descarga.
- Atropellos, atrapamiento y colisiones por maquinaria y vehículos.
- Caídas en altura (al subir o bajar de la máquina).
- Pisadas en mala posición.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (partículas en los ojos, afecciones respiratorias, etc.).
- Vibraciones.
- Los derivados de operaciones de mantenimiento.
- Interferencias entre vehículos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

#### 3.5.1.5 RELLENOS

Riesgos más frecuentes:

- Accidentes de vehículos por exceso de carga o por mala conservación de sus mandos, elementos resistentes o ruedas (vuelcos y/o atropellos).
- Caída de material de las cajas de los vehículos sobre el personal de la obra.
- Caídas de personal desde los vehículos en marcha.
- Atropellos del personal en maniobras de vehículos.
- Accidentes en el vertido del material, al circular los camiones en marcha atrás.
- Peligro de atropellos por falta de visibilidad debido al polvo.
- Vibraciones sobre las personas.
- Polvo ambiental.
- Ruido puntual y ambiental.
- Golpes por los compactadores (pisones, rulos).

### 3.5.2 CIMENTACIONES

#### 3.5.2.1 EXCAVACIONES

Se aplican las prescripciones ya descritas en la unidad de Movimiento de Tierras.

#### 3.5.2.2 FERRALLADO

Riesgos más frecuentes:

- Cortes y heridas en manos, piernas y pies, por manejo de redondos de acero.
- Caídas a distinto nivel.
- Aplastamientos de manos o pies en operaciones de carga y descarga de so o paquetes de ferralla.
- Tropiezos y torceduras al caminar entre las parrillas, o sobre ferralla en fase de montaje.
- Caída de armaduras montadas durante su transporte.
- Pisadas sobre objetos punzantes y/o cortantes.
- Sobreesfuerzos.
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.

#### 3.5.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Riesgos más frecuentes:

- Desplome de taludes.
- Desprendimientos por el mal apilado del encofrado, (acopios, transporte a gancho). -
- Golpes en las manos, (al clavar puntas, manejo encofrado, etc).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Caídas del personal a distinto nivel.
- Vuelco de los paquetes de paneles del encofrado, durante las maniobras de izado.
- Caída de tableros o piezas de madera a niveles inferiores al encofrar o desencofrar.
- Caídas de trabajadores al andar por el borde o huecos del encofrado. Cortes al utilizar la mesa de sierra circular o en la manipulación de los paneles.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Golpes en general por objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Golpes por caída de objetos.
- Electrocución por anulación de tomas de tierra de máquinas eléctricas.
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.
- Los derivados del trabajo en condiciones meteorológicas extremas, (frío calor o humedad intensa).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.5.2.4 HORMIGONADO

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas y objetos al mismo nivel.
- Caídas de personas u objetos a distinto nivel.
- Golpes, cortes, atrapamientos, proyecciones y sobreesfuerzos.
- Contacto con corriente eléctrica. Electrocución.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Los derivados de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas.
- Dermatitis por cementos (contactos con el hormigón).
- Exposición a ruido y vibraciones por manejo de agujas vibrantes.
- Salpicaduras de hormigón.
- Atrapamientos y ruido ambiental.

### 3.5.2.5 OPERACIONES DE SOLDADURA

Riesgos más frecuentes:

- Caída desde altura.
- Caída al mismo nivel.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras. Explosión.
- Incendio.

- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.

### 3.5.3 ESTENDIDO DE ZAHORRA

#### 3.5.3.1 TRANSPORTE

Realizado mediante camiones, los riesgos más frecuentes son:

- Atropello de personas (entrada, circulación interna y salida).
- Choque con otros vehículos (entrada, circulación interna y salida).
- Vuelco del camión (blandones, fallo de cortes y de taludes).
- Vuelco por desplazamiento de carga.
- Caídas (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamientos (apertura o cierre de la caja, movimiento de cargas).

#### 3.5.3.2 EXTENDIDO Y COMPACTADO

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personal tanto desde las máquinas como al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Atropello durante el acoplamiento de los camiones de transporte con la extendedora.

### 3.5.4 COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

#### 3.5.4.1 MONTAJE DE TUBERÍAS

La tubería proyectada en general que para esta obra se refiere a tramos protegidos tanto en cruces con vial como en áreas de maniobra o con vial paralelo.

Riesgos más frecuentes:

- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de piezas.
- Vuelco o desplome de tuberías.
- Cortes por manejo de máquinas — herramientas.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir las tuberías.
- Caídas de personal a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos (montaje de junta entre tubos).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 3.5.4.2 COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

Dado que la colocación del cable se realizará sin tensión, los únicos riesgos existentes serán similares a los anteriores, por lo que no se comentará nada al respecto.

### 3.5.5 OBRAS DE FÁBRICA

#### 3.5.5.1 TRANSPORTE DE PREFABRICADO

Los riesgos más frecuentes en los aspectos relativos al transporte ya han sido expuestos con anterioridad.

#### 3.5.5.2 COLOCACIÓN

Riesgos más frecuentes:

- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Erosiones y contusiones en la manipulación.
- Cortes por manejo de máquinas y herramientas.
- Caídas de personal a distinto nivel.
- Caídas de personal al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.

#### 3.5.5.3 ENCOFRADO DE ALETAS

Los riesgos del encofrado más frecuentes ya han sido comentados con anterioridad.

#### 3.5.5.4 HORMIGONADO

Los riesgos del encofrado más frecuentes ya han sido comentados con anterioridad.

### 3.5.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Riesgos más frecuentes:

- Contactos accidentales con partes en tensión.
- Los derivados de la circulación de herramientas manuales.
- Lesiones por sobreesfuerzos realizados.
- Contusiones por choques con partes salientes.
- En las pruebas de conexionado o puesta en servicio de las instalaciones:
- Electrificación o quemaduras.
- Circulación de los grupos de circulación durante la entrada servicio.
- Incendio por incorrecta instalación de la red eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.5.7 CIRCULACIÓN

Riesgos más frecuentes:

- Caídas del personal al mismo o a distinto nivel.
- Caídas de objetos desde altura sobre las personas.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Erosivos y contusiones en la circulación de las herramientas.
- Cortes por manejo de máquinas, herramientas.

### 3.5.8 MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

#### 3.5.8.1 MEDIOS AUXILIARES

Riesgos más frecuentes:

- Caídas de personas al mismo nivel o distinto nivel.
- Caídas por fallo estructural del medio auxiliar.
- Caída de objetos desde altura sobre las personas.
- Sobreesfuerzos durante el montaje o desmontaje.
- Atrapamiento entre objetos.
- Vuelco del medio auxiliar por viento o falta de arriostramiento.
- Rotura por fatiga o sobrecarga del material.
- Caída por mal anclaje.

#### 3.5.8.2 MAQUINARIA DE OBRA

Riesgos más frecuentes:

- Contactos con la energía eléctrica.
- Golpes por objetos o elementos de las máquinas.
- Atrapamiento entre objetos o por elementos de las máquinas.
- Circulación de atmósferas tóxicas.

### 3.5.9 RIESGOS PRODUCIDOS POR AGENTES ATMOSFÉRICOS

Riesgos más frecuentes:

- Rayos.
- Influencia de cargas electromagnéticas debidas a emisoras o líneas de alta tensión.
- Corrientes erráticas y circulación estática.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 3.5.10 RIESGOS DE INCENDIOS

En almacenes, vehículos y maquinaria.

### 3.5.11 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Pueden producirse por circulación en terrenos colindantes, cortes de suministro de agua o de fluido eléctrico, o bien por polvo contaminante.

Habrá riesgos derivados de la circulación de vehículos por el entorno de la obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 3.6 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

## 3.6.1 NORMAS O MEDIDAS DE PREVENCIÓN

### 3.6.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 3.6.1.1.1 Desbroce y explanación de tierras

- Se inspeccionará detenidamente la zona de trabajo, antes del inicio del desbroce y excavación con el fin de descubrir accidentes importantes del suelo, objetos, etc., que pudieran poner en riesgo la estabilidad de las máquinas.
- El frente de excavación no sobrepasará en más de 1 m la altura máxima de ataque del brazo de la máquina.
- La maleza debe eliminarse mediante siega. Se prohíbe recurrir al fuego.
- Eliminar los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces han quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte del terreno.
- Queda prohibida la circulación o estancia del personal dentro del radio de acción de la maquinaria.
- Todas las maniobras de los vehículos serán guiadas por una persona, y su tránsito dentro de la zona de trabajo, se procurará que sea por sentidos constantes y previamente estudiados, impidiendo toda circulación junto a los bordes de la excavación.
- Es imprescindible cuidar los caminos de circulación interna, cubriendo y compactando mediante escorias, zahorras, etc., todos los barrizales afectados por circulación interna de vehículos.
- Todos los conductores de máquinas para movimiento de tierras serán poseedores del Permiso de Conducir y estarán en posesión del certificado de capacitación.
- Se prohíbe el acopio de tierras o de materiales a menos de 2 m del borde de excavación, para evitar sobrecargas y vuelcos.
- Se eliminarán todos los bordes del frente de excavación que puedan resultar peligrosos.
- El frente será inspeccionado por el encargado, al inicio o final, para señalar los puntos que deben tocarse antes del inicio o final de nuevas tareas.
- El saneo de tierras se realizará sujeto con cinturón a un punto fijo seguro.
- Señal con una línea blanca a distancia mínima de 2 m del borde de excavación.
- Las coronaciones de taludes permanentes, a las que deban acceder personas, se protegerán con una barandilla de 90 cm de altura, listón y rodapié, a dos metros de distancia.
- El acceso a aproximación a distancias inferiores a 2 m del borde de coronación se realizará con cinturón de seguridad.

#### 3.6.1.1.2 Excavación de zanjas

- La zona de zanja abierta estará protegida mediante redes de nylon, malla 5 x 5 y/o barandillas autoportantes en cadena tipo "ayuntamiento", ubicadas a 2 m del borde superior del corte.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura, (mínimo 3 tablones de 7 cm de grosor), bordeadas con barandillas sólidas de 90 cm, de altura, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié de 15 cm.
- Se dispondrán sobre las zanjas en las zonas de paso de vehículos, palastros continuos resistentes que imposibiliten la caída a la zanja.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133(a)
VISADO

- El lado de circulación de camiones o de maquinaria quedará balizado a una distancia de la zanja no inferior a 2 m, mediante el uso de cuerda de banderolas, o mediante bandas de tablón tendidas en línea en el suelo.
- El personal deberá bajar o subir siempre por escaleras de mano sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 m en borde de la zanja, y estarán ancladas firmemente al borde superior de coronación.
- No se permite que en las inmediaciones de las zanjas haya acopios de materiales a una distancia inferior a 2 m del borde, en prevención de los vuelcos o deslizamientos por sobrecarga.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos, se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente al Jefe de Obra. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema surgido por la Dirección Facultativa, siguiendo sus instrucciones expresas.
- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas, con taludes no muy estables, se ejecutarán sujetos con cinturón de seguridad amarrado a "puntos fuertes" ubicados en el exterior de las zanjas.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que caigan en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Todas las zanjas abiertas próximas al paso de personas se protegerán por medio de cinta balizadora, o bien, se cerrará eficazmente el acceso a la zona donde se ubican, para prevenir las posibles caídas en su interior, especialmente durante los descansos.
- En presencia de lluvia o de nivel freático alto, se vigilará el comportamiento de los taludes en prevención de derrumbamientos sobre los operarios. Se ejecutarán lo antes posible los achiques necesarios.
- En presencia de riesgo de vuelco o deslizamiento de un talud límite de una zanja se dará la orden de desalojo inmediato y se acordonará la zona en prevención de accidentes.

#### 3.6.1.1.3 Terraplenado

- El personal cualificado, redactará un parte diario sobre las revisiones que se realizan a la maquinaria que presentará al Jefe de Obra.
- Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello. Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con señales de peligro, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Se instalarán letreros avisadores del peligro que supone dormitar a la sombra que proyectan las máquinas para movimiento de tierras.
- Si se produje un contacto entre líneas eléctricas y la maquinaría, con tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. Antes de realizar ninguna acción se inspeccionará el tren de neumáticos con el fin de detectar la posibilidad de puente eléctrico con el terreno; de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, el unísono, la máquina y el terreno.
- Las máquinas en contacto accidental con líneas eléctricas serán acordonadas a una distancia de 5 m, avisándose a la compañía propietaria de la línea para que efectúe los cortes de suministro y puestas a tierra necesarias para poder cambiar sin riesgos, la posición de la máquina.
- Antes de abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento la cuchilla, cazo, etc., puesto el freno de mano y parado el motor, extrayendo la llave de contacto, para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes), a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- La precedente medida es de aplicación especialmente en el movimiento de grandes volúmenes de tierra, para evitar las colisiones e interferencias.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).
- Se delimitará la cuneta de los caminos que transcurran próximos a los cortes de la excavación a un mínimo de 2 m de distancia de ésta (como norma general), para evitar la caída de la maquinaria por sobrecarga del borde de los taludes o cortes.
- La presión de los neumáticos de los tractores será revisada, y corregida en su caso diariamente.

#### 3.6.1.1.4 Rellenos

- La maquinaria y vehículos alquilados o subcontratados serán revisados antes de comenzar a trabajar en la obra, en todos los elementos de seguridad, exigiéndose al día el libro de mantenimiento y el certificado que acredite su revisión por un taller cualificado.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente.
- Se prohíbe la marcha hacia atrás de los camiones con la caja levantada o durante la maniobra de descenso de la caja, tras el vertido de tierras, en especial, en presencia de tendidos eléctricos aéreos.
- Se prohíbe sobrepasar el tope de carga máxima especificado para cada vehículo. Se especificarán claramente la "Tara" y la "Carga máxima".
- Se prohíbe que los vehículos transporten personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.
- Se regarán con frecuencia los tajos y cajas de los camiones para evitar polvareda.
- Se señalizarán los accesos y recorridos de los vehículos.
- Las maniobras de marcha atrás de los vehículos al borde de pedraplenes, se dirigirán por personal especializado, en evitación de desplomes y caídas. Se señalizarán los accesos a la vía pública mediante señalización vial normalizada de peligro indefinido y stop. Igualmente se señalizarán los recorridos de los vehículos en el interior de la obra.
- Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con Responsabilidad Civil ilimitada, el Carnet de Empresa y los Seguros Sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos en la obra.
- Se advertirá al personal de obra mediante letreros divulgativos y señalización normalizada, de los riesgos de vuelco, atropello y colisión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

- La zona en fase de compactación quedará cerrada al acceso de las personas o vehículos ajenos a la compactación, en prevención de accidentes. Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio inferior a los 5 m en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con señales de peligro, para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Se instalarán letreros avisadores del peligro que supone dormitar a la sombra que proyectan las máquinas para movimiento de tierras.
- Antes de abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento la cuchilla, cazo, etc., puesto el freno de mano y parado el motor, extrayendo la llave de contacto, para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.
- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- La precedente medida es de aplicación especialmente en el movimiento de grandes volúmenes de tierra, para evitar las colisiones e interferencias.
- Se prohíbe la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación (como norma general).
- Se delimitará la cuneta de los caminos que transcurran próximos a los cortes de la excavación a un mínimo de 2 m de distancia de ésta (como norma general), para evitar la caída de la maquinaria por sobrecarga del borde de los taludes o cortes.
- La presión de los neumáticos de los tractores será revisada, y corregida en su caso diariamente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 001330
VISADO

### 3.6.1.2 CIMENTACIONES

#### 3.6.1.2.1 Movimiento de tierras

Se adoptarán las mismas medidas preventivas ya descritas en unidad de obra anterior.

#### 3.6.1.2.2 Ferralla

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera, capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores a 1,50 m.
- La ferralla montada (pilas, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto, separado del lugar de montaje.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.
- Durante la elevación de las barras, se evitará que los paquetes de hierro pasen por encima del personal.
- El izado de paquetes de armaduras, en barras sueltas o montadas, se hará suspendiendo la carga en dos puntos separados, para que la carga permanezca estable, evitando la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. El ángulo superior formado por los dos extremos del aparejo a la altura de la argolla de cuelgue será igual o inferior a 90º.
- Las barras de ferralla se almacenarán ordenadamente y no interceptarán los pasos, se acopiarán sobre durmientes por capas ordenadas de tal forma que sean evitados los enganches fortuitos entre paquetes.
- Los desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- Se pondrán sobre las parrillas planchas de madera, a fin de que el personal no pueda introducir el pie al andar por encima. De idéntica manera se marcarán pasos antes del hormigonado, para facilitar en lo posible esta tarea.
- El taller de ferralla se ubicará de tal forma que, teniendo a él acceso la grúa, las cargas suspendidas no pasen por encima de los ferrallistas.
- La ferralla armada se colgará para transporte vertical de omegas con lazo de entrega al gancho de la grúa y garrotas antideslizamiento en los extremos.
- La ferralla armada presentada, se recibirá de inmediato para evitar vuelcos una vez desprendida del gancho de cuelgue.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas (o balancín) que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras en posición vertical. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".
- Se evitará en lo posible caminar por los fondillos de los encofrados de vigas. Se instalarán "caminos de tres tablones de anchura" (60 cm.) que permitan la circulación sobre forjados en fase de armado de negativos o tendido de mallazos de reparto.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada, se guiarán mediante un equipo de tres hombres: dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero, que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en el visado GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

- Se prohíbe trepar por las armaduras. Para ascenso o descenso se utilizarán escaleras de mano reglamentarias.
- Las borriquetas de armado de ferralla estarán rematadas en ángulo hacia arriba, para evitar que al rodar sobre ella caigan al suelo los redondos en barras.
- Se acotará la superficie de posible barrido de las barras conformadas a base de dobladora mecánica, para evitar golpes al resto de los trabajadores.
- Las barras de gran longitud conformadas mediante dobladora mecánica serán acompañadas durante el trayecto para evitar la proyección de pequeños objetos por roce contra el suelo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.6.1.2.3 Encofrado

- El personal encofrador acreditará, a su contratación, su experiencia.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas durante la operación de elevación de los elementos que constituyen el encofrado.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se hará por medio de escaleras de mano con topes antideslizantes y sujetas en su parte superior para evitar desplazamientos.
- El acopio de la madera, tanto nueva como usada, debe ocupar el menor espacio posible, estando debidamente clasificada y no estorbando los sitios de paso.
- En estos trabajos es recomendable el uso de redes, barandillas y cubrición de huecos.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos. Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido, para su posterior retirada.
- Se instalarán las señales de:
    - Uso obligatorio del casco.
    - Uso obligatorio de botas de seguridad.
    - Uso obligatorio de guantes.
    - Peligro, contacto con la corriente eléctrica.
    - Peligro de caída de objetos.
- Se instalará un cordón de balizamiento ante los huecos peligrosos.
- Los recipientes para productos de desencofrado se clasificarán rápidamente para su utilización o eliminación.
- Una vez concluidas las labores de encofrado o desencofrado, se barrerán los escombros.
- Se prohíbe hacer fuego directamente sobre los encofrados. Si se hacen fogatas se efectuarán en el interior de recipientes metálicos aislados de los encofrados (sobre cubos o similares, por ejemplo).
- El empresario garantizará a la Dirección Facultativa que el trabajador es apto o no, para el trabajo de encofrador, o para el trabajo en altura.
- Antes del vertido de hormigón, se comprobará en compañía del técnico cualificado, la buena estabilidad del conjunto.
- Se prohíbe pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán tableros que actúen de "caminos seguros", y se circulará sujetos a cables de circulación con el cinturón de seguridad.

#### 3.6.1.2.4 Desencofrado

- Se prestará especial atención en evitar la caída de los materiales del encofrado, al vacío.
- Se prohibirá y/o limitará la permanencia y circulación de personal en los niveles inferiores, donde exista riesgo de caída de objetos.
- El desencofrado se efectuará siempre por zonas perfectamente establecidas y delimitadas.
- No se procederá al desencofrado de la zona siguiente, sin antes haber recogido y ordenado los materiales de la zona anterior.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado ya desencofrado, de forma que no se puedan desprender maderas sobre el operario.
- Para el desencofrado se usarán las herramientas adecuadas, barras de uñas, y no se improvisarán herramientas a base de puntales u otros.
- Será necesario un perfecto orden y limpieza, de los materiales recuperados. Se extraerán los clavos y puntas existentes de la madera usada, o se remacharán si ésta no se va a recuperar. La madera limpia será clasificada y apilada inmediatamente. Los clavos y puntas arrancados se barrerán dejando la zona limpia.
- Todos los materiales recuperados del desencofrado (puntales, sopandas, madera, etc.) serán correctamente apilados, preferiblemente usando recipientes tipo jaula, no sobrecargando con los paquetes el forjado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 3.6.1.2.5 Hormigonado

Se proponen diversos sistemas de hormigonado con el fin de que el Contratista escoja el más apropiado a su juicio.

El hormigonado se divide en los siguientes apartados:

- Medidas preventivas durante el vertido de hormigón.
    - Vertido por cubo o cangilón.
    - Bombeo del hormigón.
- Medidas preventivas para el vertido durante el hormigonado en cimientos.

- Vertido mediante cubo o cangilón:
    - Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
    - Se señalizará mediante una traza horizontal, ejecutada con pintura de color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.
    - Se señalizará mediante trazas en el suelo o "cuerda de banderolas" las zonas batidas por el cubo.
    - La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
    - Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
    - Del cubo penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.
- Vertido mediante bombeo:
    - El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
    - La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

- La manguera terminal del vertido será gobernada por dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernen el vertido con la manguera.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por "tapones" y "sobrepresiones" internas. Es imprescindible evitar "atoramientos" o "tapones" internos de hormigón; procurar evitar los codos de radio reducido. Después de concluido el bombeo, se lavará y limpiará el interior de las tuberías de impulsión de hormigón.
- Es imprescindible evitar tapones internos de hormigón. Se procurará evitar los codos de radio reducido. Después de concluido el bombeo, se lavará y limpiará el interior de las tuberías de impulsión de hormigón.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón, se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, en evitación de "atoramiento" o "tapones".
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la "redecilla" de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

- Hormigonado de cimientos:
  - Se debe tener presente que la prevención que a continuación se describe, debe ir en coordinación con la prevista durante el movimiento de tierras efectuado en el momento de su puesta en obra.
  - Se deben prever tajos de mantenimiento de las protecciones del movimiento de tierras durante esta fase.
  - Se deben prever tajos de protección en el desmontaje de las protecciones utilizadas durante el movimiento de tierras y la puesta en obra de estas unidades de hormigonado.
  - Antes del inicio del vertido del hormigón, se debe revisar el buen estado de seguridad de las entibaciones.
  - Antes del inicio del hormigonado se debe revisar el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.
  - Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán antes del vertido del hormigón las puntas, restos de madera, redondos y alambres.
  - Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablones trabados (60 cm de anchura).
  - Se establecerán pasarelas móviles, formadas por un mínimo de tres tablones sobre las zanjas a hormigonar, para facilitar el paso y los movimientos necesarios del personal de ayuda al vertido.
  - Se establecerán a una distancia mínima de 2 m. (como norma general) fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de zanjas o zapatas para verter hormigón (dúmper, camión hormigonera).
  - Siempre que sea posible, el vibrado se efectuará estacionándose el operario en el exterior de la zanja.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302

- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

### 3.6.1.3 EXTENDIDO DE ZAHORRA

#### 3.6.1.3.1 Transporte

- El acceso y circulación interna de camiones en la obra se efectuará de modo que no se produzcan interferencias.
- Las operaciones de carga y de descarga de los camiones, se efectuarán en los lugares señalados en obra para tal efecto.
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales para esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas, en prevención de accidentes por fallo mecánico.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad. El grave accidente de rotura de calcáneos suele producirse por saltar desde la caja, o carga de los camiones, al suelo.

### 3.6.1.4 COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

Las medidas de prevención de los distintos aspectos constructivos en la apertura de la zanja ya han sido comentadas con anterioridad, por lo que no se considerarán en este punto.

Tan sólo resaltar que, en el tendido de cable eléctrico de alta tensión, no cabe tomar ninguna medida preventiva en relación al riesgo eléctrico, ya que no existirá tensión en el momento de su colocación.

### 3.6.1.5 OBRAS DE FÁBRICA

Al igual que en el punto anterior, las medidas de prevención de distintos aspectos constructivos de esta unidad de obra (transporte, encofrado y hormigonado) que han sido comentados con anterioridad, por lo cual no se considerarán aquí.

Se recomiendan una serie de aspectos preventivos en el caso del montaje de tuberías, como son:

- Las tuberías se suspenderán en ambos extremos con eslingas, uñas de montajes o con balancines que cumplan con la siguiente prevención:
    - **Eslingas**: Formadas por dos hondillas rematadas en cada extremo por lazos formados mediante casquillo electrosoldado y guarnecidos con forrillos guarda cabos.
        - Los extremos de las hondillas se unirán mediante el lazo a una argolla de cuelgue. Los otros dos extremos estarán dotados de ganchos de cuelgue.
        - Los tubos se amarrarán a lazo corredizo del extremo de las hondillas pasado por su propio gancho, ubicándolos equidistantes a 1/3 de la longitud total del tubo.
        - El ángulo que formen las dos hondillas a la altura de la argolla de cuelgue será igual o inferior a 90º.
    - **Uñas de montaje**: del tipo contrapesado por la propia disposición en carga.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302

- **Balancines**: formados por una viga de cuelgue en perfil laminado dotado en sus extremos de orificios en el alma, dos a cada extremo para la eslinga de suspensión de características idénticas a las descritas en el punto anterior; y otros dos para cada hondilla de cuelgue.
    - Los tubos a balancín se suspenderán mediante lazo corredizo del extremo de las hondillas de cuelgue pasado por su propio gancho, ubicándolos equidistantes a 1/3 de la longitud del tubo.

- Las tuberías en suspensión se guiarán mediante sogas instaladas en los extremos. Nunca directamente con las manos evitar golpes, atrapamientos o empujones por movimientos pendulares.
- Las tuberías se introducirán en las zanjas guiadas desde el exterior. Una vez que entren en contacto con la solera, los trabajadores se aproximarán para guiar la conexión.
- Los acopios de tuberías se harán en el terreno sobre durmientes de reparto de cargas. Apilados y contenidos entre pies derechos hincados en el terreno lo suficiente como para obtener una buena resistencia. No se mezclarán los diámetros en los acopios.
- La presentación de tramos de tuberías en la coronación de las zanjas se efectuará a no menos de 2 m. de borde superior. En todo momento, permanecerán calzadas para evitar que puedan rodar.
- Concluida la conexión de los tramos se procederá al cierre de la zanja por motivos de seguridad, enrasando tierras. Se dejarán las cotas necesarias para comprobar la estanqueidad de las conexiones que, en todo momento, permanecerán rodeadas por barandillas tipo ayuntamiento.

### 3.6.1.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.
- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- La instalación eléctrica en (terrazas, tribunas, balcones, vuelos, etc.) sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez instalada una red tensa de seguridad entre las plantas "techo" y la de apoyo
- en la que se ejecutan los trabajos, para eliminar el riesgo de caída desde altura.
- Se prohíbe en general, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 13302
VISADO

- Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la "compañía suministradora", guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

### 3.6.1.7 MEDIOS AUXILIARES Y MAQUINARIA

#### 3.6.1.7.1 Escaleras de mano

- Preferentemente serán metálicas, y sobrepasarán siempre en 1 m la altura a salvar una vez puestas en correcta posición.
- Cuando sean de madera, los peldaños serán ensamblados, y los largueros serán de una sola pieza, y en caso de pintarse se hará con barnices transparentes.
- En cualquier caso, dispondrán de zapatas antideslizantes en su extremo inferior y estarán fijadas con garras o ataduras en su extremo superior para evitar deslizamientos.
- Está prohibido el empalme de dos escaleras a no ser que se utilicen dispositivos especiales para ello.
- Las escaleras de mano no podrán salvar más de 5 m, a menos que estén reforzadas en su centro, quedando prohibido el uso de escaleras de mano para alturas superiores a siete metros.
- Para cualquier trabajo en escaleras a más de 3 m sobre el nivel del suelo es obligatorio el uso de cinturones de seguridad, sujeto a un punto sólidamente fijado, las escaleras de mano sobrepasarán 1 m, el punto de apoyo superior una vez instalados.
- Su inclinación será tal que la separación del punto de apoyo inferior será la cuarta parte de la altura a salvar.
- El ascenso y descenso por escaleras de mano se hará de frente a las mismas.
- No se utilizarán transportando a mano y al mismo tiempo pesos superiores a 25 Kg.
- Las escaleras de tijeras o dobles, de peldaños, estarán provistas de cuerdas o cadenas que impidan su abertura al ser utilizada y topes en su extremo inferior.

#### 3.6.1.7.2 Maquinaria auxiliar en general

- Las máquinas herramientas que originen trepidaciones tales como martillos neumáticos, apisonadoras, remachadoras, compactadores o vibradoras, o similares, deberán estar provistas de horquillas y otros dispositivos amortiguadores, y al trabajador que las utilice se le proveerá de equipo de protección personal antivibratorio (cinturón de seguridad, guantes, almohadillas, botas, etc).
- Los motores eléctricos estarán provistos de cubiertas permanentes u otros resguardos apropiados, dispuestos de tal manera que prevengan el contacto de las personas u objetos.
- En las máquinas que lleven correas, queda prohibido maniobrarlas a mano durante la marcha. Estas maniobras se harán mediante montacorreas u otros dispositivos análogos que alejen todo peligro del accidente.
- Los engranajes al descubierto, con movimiento mecánico o accionado a mano, estarán protegidos con cubiertas completas, que sin necesidad de levantarlas permiten engrasarlos, adoptándose análogos medios de protección para las transmisiones por tornillos sin fin, cremalleras y cadenas.
- Toda máquina averiada o cuyo funcionamiento sea irregular, será señalizada, y se prohibirá su manejo a trabajadores no encargados de su reparación. Para evitar su involuntaria puesta en marcha se bloquearán los

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001502

arrancadores de los motores eléctricos o se retirarán los fusibles de la máquina averiada y si ello no es posible, se colocará un letrero con la prohibición de maniobrarla, que será retirado solamente por la persona que lo colocó.

- Si se hubieran de instalar motores eléctricos en lugares con materias fácilmente combustibles, en locales cuyo ambiente contenga gases, partículas o polvos inflamables o explosivos, poseerán un blindaje antideflagrante.
- En la utilización de la maquinaria de elevación, las elevaciones o descensos de las cargas se harán lentamente, evitando toda arrancada o parada brusca y se hará siempre, en sentido vertical para evitar el balanceo.
- No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas y se pondrá el máximo interés en que las cargas vayan correctamente colocadas, (con doble anclaje y niveladas de ser elementos alargados).
- La carga debe estar en su trayecto, constantemente vigilada por el maquinista, y en casos en que irremediablemente no fuera así, se colocará uno o varios trabajadores que efectuarán las señales adecuadas, para la correcta carga, desplazamiento, parada y descarga.
- Se prohíbe la permanencia de cualquier trabajador en la vertical de las cargas izadas o bajo el trayecto de recorrido de las mismas.
- Los aparatos de izar y transportar en general estarán equipados con dispositivos para frenado efectivo de un peso superior en una vez y medirá la carga límite autorizada; y los accionados eléctricamente, estarán provistos de dispositivos limitadores que automáticamente corten la energía eléctrica al sobrepasar la altura o desplazamiento máximo permisible.
- Los cables de izado y sustentación serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en que se hayan de emplear; en caso de sustitución por deterioro o rotura se hará mediante mano de obra especializada y siguiendo las instrucciones para el caso dadas por el fabricante.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos metálicos resistentes.
- Se inspeccionará semanalmente en número de los hilos rotos, desechándose aquellos cables que lo estén en más de 10 % de los mismos. Los ganchos, serán de acero o hierro forjado, estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse y las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Los aparatos y vehículos llevarán un rótulo visible con indicaciones de carga máxima que puedan admitir y que por ningún concepto será sobrepasada.
- Toda la maquinaria eléctrica, deberá disponer de "toma de tierra", y protecciones diferenciales correctos.

### 3.6.1.7.3 Maquinaria de movimiento de tierras

Estarán equipadas con:

- Señalización acústica automática para la marcha atrás.
- Faros para desplazamientos hacia delante o hacia atrás.
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad.
- Retrovisores de cada lado.
- Extintor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302
VISADO

Y en su utilización se seguirán las siguientes directrices:

- Cuando una máquina de movimiento de tierras esté trabajando, no se permitirá el acceso al terreno comprendido en su radio de trabajo; si permanece estática, se señalizará su zona de peligrosidad actuándose en el mismo sentido.
- Ante la presencia de conductores eléctricos bajo tensión se impedirá el acceso de la máquina a puntos donde pudiese entrar en contacto.
- No se abandonará la máquina sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchara o la pala, parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno.
- No se permitirá el transporte de personas sobre estas máquinas.
- No se procederá a reparaciones sobre la máquina con el motor en marcha. Los caminos de circulación interna se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces, poseerán la pendiente máxima autorizada por el fabricante para la máquina que menor pendiente admita.
- No se realizarán ni mediciones ni replanteos en las zonas donde estén trabajando máquinas de movimiento de tierras hasta que estén paradas y en lugar seguro de no ofrecer riesgo de vuelcos o desprendimiento de tierra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133402
VISADO

### 3.6.1.7.4 Pala cargadora

- Utilizar la pala adecuada al trabajo a realizar. Utilizar palas sobre orugas en terrenos blandos sobre materiales duros.
- Utilizar palas sobre neumáticos en terrenos duros y abrasivos para materiales sueltos.
- Utilizar el equipo adecuado; para cargar roca, colocar la cuchara de roca. Los materiales muy densos precisan cucharones muy densos. En todo caso recuérdese que las palas son para carga, no para excavar.
- Cada pala está diseñada para una carga determinada, sobrepasando su cota, se provoca el riesgo.
- Es imprescindible el tensado de las cadenas o la comprobación de la presión de los neumáticos. En muchos casos la colocación de cadenas en los neumáticos aumenta la producción y disminuye el riesgo.
- Cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zonas peligrosas, es imprescindible colocar balizas de forma visible en los límites de la zona de evolución. En grandes movimientos de tierras y vertederos es necesario, la presencia de un señalista.
- En todas las operaciones el maquinista estará cualificado.

### 3.6.1.7.5 Retroexcavadora

- Utilizar la retroexcavadora adecuada al terreno a utilizar. Utilizar orugas en terrenos blandos para materiales duros y trayectos cortos o mejor sin desplazamiento. Utilizar retroexcavadora sobre neumáticos en terrenos duros y abrasivos para materiales sueltos y trayectos largos y/o de continuo desplazamiento.
- Estas máquinas en general no suelen sobrepasar pendientes superiores al 20 % en terrenos húmedos y 30 % en terrenos secos pero deslizantes.
- Durante un trabajo con equipo retro, es necesario hacer retroceder la máquina, cuando la cuchara comienza a excavar por debajo del chasis. Nunca se excavará por debajo de la máquina pues puede volcar en la excavación.
- Al cargar de material los camiones, la cuchara nunca debe pasar por encima de la cabina del camión.

- En los trabajos con estas máquinas, en general, para la construcción de zanjas, es preciso atención especial a la entibación de seguridad, impidiendo los derrumbamientos de tierras que puedan arrastrar a la máquina y alcanzar al personal que trabaja en el fondo de las zanjas.
- Es imprescindible el tensado de las cadenas o la comprobación de la presión de los neumáticos. En muchos casos la colocación de las cadenas en los neumáticos aumenta la producción y disminuye el riesgo.
- Cuando se trabaje en la proximidad de desniveles o zonas peligrosas, es imprescindible colocar balizas de forma visible en los límites de la zona de evolución. En grandes movimientos de tierras y vertederos es necesario, la presencia de un señalista.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.6.1.7.6 Motovolquete autopropulsado (Dúmper)

- Se señalizará y establecerá un fuerte tope de fin de recorrido ante el borde de taludes o cortes en los que el dúmper deba verter su carga.
- Se señalizarán los caminos y direcciones que deban ser recorridos por dúmperes.
- Es obligatorio no exceder la velocidad de 20 km/h tanto en el interior como en el exterior de la obra.
- Si el dúmper debe de transitar por vía urbana deberá ser conducido por persona provista del preceptivo permiso de conducir de clase B. (Esta medida es aconsejable incluso para tránsito interno).
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima inscrita en el cubilote.
- Se prohíbe el "colmo" de las cargas que impida la correcta visión del conductor.
- Queda prohibido el transporte de personas sobre el dúmper (para esta norma, se establece que la excepción debida aquellos dúmperes dotados de transportín para estos menesteres).
- El remonte de pendientes bajo carga se efectuará siempre en marcha al frente, y los descensos en marcha de retroceso, en prevención del riesgo de vuelco.
- La movilidad de estos vehículos es grande por lo que se recomienda usarlos a velocidades medias o bajas. Las demostraciones de destreza están expresamente prohibidas pues se consideran "maniobras inseguras peligrosas".

### 3.6.1.7.7 Camión de transporte de materiales

- Todos los vehículos dedicados a transportes de materiales deberán estar en perfectas condiciones de uso.
- Son extensivas las condiciones generales expresadas o aplicables a lo descrito en las generalidades de maquinaria.
- Las cargas se repartirán sobre la caja, con suavidad evitando descargas bruscas, que desnivelen la horizontalidad de la carga.
- El "colmo" del material a transportar se evitará supere una pendiente ideal en todo el contorno del 5%.
- Se procurará regar las cargas con materiales sueltos. En especial las que se han de transportar a vertedero, en evitación de polvaredas innecesarias. En caso de estacionar el vehículo en pendientes, se utilizará los calzos antideslizantes.
- Se recomienda cubrir las cargas con una lona, situada bajo flejes de sujeción de la carga, en evitación de vertidos.

### 3.6.1.7.8 Camión hormigonera

En este caso son aplicables las medidas preventivas expresadas genéricamente para maquinaria, no obstante, se tendrán presentes las siguientes recomendaciones:

- Se procurará que las rampas de accesos a los tajos sean uniformes y que no superen la pendiente del 20%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba en evitación de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, en evitación de caídas y deslizamientos. Se procurará que las rampas de accesos a los tajos sean uniformes y que no superen la pendiente del 20%.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba en evitación de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos.
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 60 cm del borde de la zanja.
- Queda expresamente prohibido el estacionamiento y desplazamiento del camión hormigonera a una distancia inferior a los 2 m del borde de las zanjas. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento del camión hormigonera, dotándose además al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del camión, en evitación de caídas y deslizamientos.

### 3.6.1.7.9 Bomba para hormigón autopropulsada

- La bomba de hormigonado sólo podrá utilizarse para bombeo de hormigón según el "cono" recomendado por el fabricante en función de la distancia de transporte.
- El brazo de elevación de la manguera únicamente podrá ser utilizado para la misión a la que ha sido dedicado por su diseño.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón, se comprobará que las ruedas de la bomba están bloqueadas mediante calzos y los gatos estabilizadores en posición con el enclavamiento mecánico o hidráulico instalado.
- La zona de bombeo quedará totalmente aislada de los viandantes.
- Se comprobará diariamente, antes del inicio del suministro, el estado de desgaste interno de la tubería de transporte mediante medidor de espesores.
- Para comprobar el espesor de una tubería es necesario que no esté bajo presión. Invierta el bombeo y podrá comprobar sin riesgos.
- Una vez concluido el hormigonado se lavará y limpiará el interior de los tubos de toda la instalación, en prevención de accidentes por la aparición de "tapones" de hormigón.
- Se exigirá que el lugar de ubicación de la bomba cumpla por lo menos:
    - Que sea horizontal.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Que no diste menos de 3 m del borde de un talud, zanja o corte del terreno.

- Antes de iniciar el suministro se asegurará que todos los acoplamientos de palanca tienen en posición de inmovilización los pasadores.
- Antes de verter el hormigón en la tolva se asegurará que está instalada la parrilla.
- No se tocará nunca directamente con las manos la tolva o el tubo oscilante si la máquina está en marcha.
- Si se debe efectuar trabajos en la tolva o en el tubo oscilante, primero pare el motor de accionamiento, purgue la presión del acumulador a través del grifo, luego efectúe la tarea que se requiera.
- Si el motor de la bomba es eléctrico:
  - Antes de abrir el cuadro general de mando asegúrese de su total desconexión.
  - No intente modificar o puentear los mecanismos de protección eléctrica; si lo hace, sufrirá probablemente algún accidente al reanudar el servicio.

### 3.6.1.7.10 Soldadura

Soldadura eléctrica:

- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través del cuadro eléctrico general y sus protecciones diferenciales en combinación con la red general de toma de tierras.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar, y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio, sobre las personas o sobre el resto de la obra con el fin de evitarlo de forma eficaz.
- Los trabajos de soldadura de elementos estructurales de forma "aérea" quedarán interrumpidos en días de fuerte niebla, fuerte viento y lluvia.
- Queda expresamente prohibido:
  - Dejar la pinza y su electrodo directamente en el suelo. Se apoyará sobre un soporte aislante cuando se deba interrumpir el trabajo.
  - Tender de forma desordenada el cableado por la obra.
  - No instalar ni mantener instalada la protección de las clemas del grupo de soldadura.
  - Anular y/o no instalar la toma de tierra de la carcasa del grupo de soldadura.
  - No desconectar totalmente el grupo de soldadura cada vez que se realice una pausa de consideración durante la realización de los trabajos (para el almuerzo o comida, por ejemplo).
  - El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectadores estancos de intemperie, o fundas termosoldadas.
  - La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.

Soldadura oxiacetilénica y oxicorte:

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00302
VISADO

- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas, pero procurando que la boca quede algo levantada, pero en evitación de accidentes por confusión de los gases las botellas siempre se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos, o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa, o sumergirlas en el interior de un recipiente con agua.
- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizar herramientas como alicates o tenazas que aparte de no ser totalmente efectivas estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.
- Queda expresamente prohibido:
    - Dejar directamente en el suelo los mecheros.
    - Tender de forma desordenada las mangueras de gases. Se recomienda unir entre sí las gomas mediante cinta adhesiva.
    - Utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
    - Apilar, tendidas en el suelo las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenarán en posición "de pie", y atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.6.1.7.11 Compresor

- Cuando los operarios tengan que hacer alguna operación con el compresor en marcha (limpieza, apertura de carcasa, etc.), se ejecutará con los cascos auriculares puestos.
- Se trazará un círculo en torno al compresor, de un radio de 4 metros, área en la que será obligatorio el uso de auriculares. Antes de su puesta en marcha se calzarán las ruedas del compresor, en evitación de desplazamientos indeseables.
- El arrastre del compresor se realizará a una distancia superior a los 3 metros del borde de las zanjas, en evitación de vuelcos por desplome de las "cabezas" de zanjas.
- Se desecharán todas las mangueras que aparezcan desgastadas o agrietadas. El empalme de mangueras se efectuará por medio de racores.
- Queda prohibido efectuar trabajos en las proximidades del tubo de escape. Queda prohibido realizar maniobras de engrase y/o mantenimiento con el compresor en marcha.

### 3.6.1.7.12 Vibradores de hormigón

- Se evitará vibrar directamente sobre las armaduras.
- El vibrado se efectuará desde tablones dispuestos sobre la capa de compresión de armaduras.
- Se prohíbe dejar abandonado el vibrador.
- Se vigilará que no sean anulados los elementos de protección contra el riesgo eléctrico. Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante conductores estancos de intemperie.

### 3.6.1.7.13 Motoniveladora

- Esta máquina, como en general todas las provistas de cucharilla, es muy difícil de manejar, requiriendo que sean siempre empleadas por personal especializado y habituado a su uso.
- Las motoniveladoras están diseñadas para mover materiales ligeros y efectuar refinos. No deben nunca utilizarse como bulldozer, causa de gran parte de accidentes, así como el deterioro de la máquina.
- El refino de taludes debe realizarse cada 2-3 m de altura. La máquina trabaja mejor, con mayor rapidez, evitando posibles desprendimientos y origen de accidentes.
- Estas máquinas no deberán sobrepasar en ningún caso pendientes laterales superiores al 40%.
- Se utilizarán los peldaños y asideros para el ascenso o descenso a la cabina de mando.
- Se prohíbe realizar trabajos de medición o replanteo con la motoniveladora en movimiento.

### 3.6.1.7.14 Maquinaria compactación

Estas máquinas, por su manejo sencillo y cuyo trabajo consiste en ir y venir repetidas v por el mismo camino. Son unas de las que mayores índices de accidentabilidad tienen, fundamentalmente, por las siguientes causas:

- Trabajos monótonos que hace frecuente el despiste del maquinista, provocando atropellos, vuelcos y colisiones. Es necesario rotaciones de personal y controlar períodos de permanencia en su manejo.
- Inexperiencia del maquinista, pues en general, se deja estas máquinas en manos de cualquier operario con carnet de conducir o sin él, dándole unas pequeñas nociones del cambio de marcha y poco más. El conductor estará en posesión del carnet de conducir y de capacitación para manejo de maquinaria pesada.
- Los compactadores tienen el centro de gravedad relativamente alto, lo que les hace muy inestables al tratar de salvar pequeños desniveles, produciéndose el vuelco.
- Se prohibirá realizar operaciones de mantenimiento con la máquina en marcha.
- Se asegurará el buen estado del asiento del conductor con el fin de absorber las vibraciones de la máquina y que no pasen al operario.
- Se dotará a la máquina de señales acústicas intermitentes de marcha hacia atrás.

### 3.6.1.7.15 Manejo de materiales con medios mecánicos

- Ganchos:

Los accidentes debidos a fallos de ganchos pueden ocurrir por cuatro causas fundamentales:

- Exceso de carga: nunca sobrepasar la carga máxima de utilización.
- Deformación del gancho: no usar ganchos viejos, no enderezar los ganchos.
- Fallos de material en el gancho.
- Desenganche de la carga por falta de pestillo.

- Cables:

Existen muchos tipos de cables, según la disposición de alambres y cordones de la forma de enrollamiento, etc.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 00013302
VISADO

Cada tipo de cable está pensado para una utilización concreta, usarlo de otra forma puede dar lugar a accidentes, por tanto, debemos:

- Elegir el cable más adecuado.
- Revisarlo frecuentemente.
- Realizar un mantenimiento correcto.

Un cable está bien elegido si tiene la composición adecuada y la capacidad de carga necesaria para la operación a realizar, además de carecer de defectos apreciables.

No obstante, se puede dar una regla muy importante: un cable de alma metálica no debe emplearse para confeccionar eslingas, porque puede partirse con facilidad aun con cargas muy inferiores a los habituales.

Por eso es absolutamente necesario revisar los cables con mucha frecuencia, atendiendo especialmente a:

- Alambres rotos.
- Alambres desgastados.
- Oxidaciones.
- Deformaciones.

En cuanto a mantenimiento de los cales, damos a continuación las siguientes reglas:

- Desarrollo de cables: si el cable viene en rollos, lo correcto es hacer rodar el rollo. Si viene en carrete, se colocará éste de forma que pueda girar sobre su eje.
- Cortado de cables: el método más práctico para cortar un cable es por medio de soplete; también puede utilizarse una cizalla.
- Engrase de cables: la grasa reduce el desgaste y protege al cable de la corrosión.
- Almacenamiento de cables: deberá ser en lugares secos y bien ventilados, los cables no deben apoyar en el suelo.

- Eslingas:

Eslingas y estribos son elementos fundamentales en el movimiento de cargas, su uso es tan frecuente en las obras que a menudo producen accidentes debido a la rotura de estos o elementos o al desenganche de la carga.

En general, estos accidentes pueden estar ocasionados por:

- Mala ejecución de la eslinga; las gazas de las eslingas pueden estar realizadas de tres maneras:
    - Gazas cerradas con costuras. La costura consiste en un entrelazado de los cordones del cable. Tienen buena resistencia.
    - Gazas cerradas con perrillos. Son las más empleadas por lo sencillo de su ejecución. El número de perrillos y la separación entre ellos depende del diámetro del cable que se vaya a utilizar.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 00133?2
VISADO

| | Nº de Perrillos | Distancia |
|---|---|---|
| **Hasta 12 mm** | 3 | 6 diámetros |
| **12 mm a 20 mm** | 4 | 6 diámetros |
| **20 mm a 25 mm** | 5 | 6 diámetros |
| **25mm a 35 mm** | 6 | 6 diámetros |

*Tabla 1: Nº de perrillos y separación.*

  - Gazas con casquillos prensados. Se caracteriza porque se realiza el cierre absoluto de los dos ramales mediante un casquillo metálico.

- Elección de eslingas: para elegir correctamente una eslinga, se tendrá en cuenta que el cable que la constituye tenga:
  - Capacidad de carga suficiente. La carga máxima depende fundamentalmente del ángulo formado por los ramales. Cuanto mayor sea el ángulo más pequeño es la capacidad de carga de la eslinga. Nunca debe hacerse trabajar una eslinga con un ángulo superior a 90 grados (Ángulo recto).
  - Composición del cable de la eslinga. Deben emplearse siempre cables muy flexibles, por eso se desestiman los de alma metálica. Otra norma muy importante es la de no utilizar jamás redondos de ferralla (cabillas o latiguillos) para sustituir a la eslinga.
- Utilización de eslingas: para utilizar correctamente eslingas y estrobos, debemos tener en cuenta los puntos siguientes:
  - Cuidar del asentamiento de las eslingas, es fundamental que la eslinga quede bien asentada en la parte baja del gancho.
  - Evitar los cruces de eslingas, La mejor manera de evitar éstos es reunir los distintos ramales en un anillo central.
  - Elegir los terminales adecuados. En una eslinga se pueden colocar diversos accesorios: anillas, grilletes, ganchos, etc., cada uno tiene una aplicación concreta.
  - Asegurar la resistencia de los puntos de enganche.

### 3.6.1.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

#### 3.6.1.8.1 Provisional de obra

Se determinarán las secciones de los cables, los cuadros necesarios, su situación, así como las protecciones necesarias para las personas y las máquinas. Todo ello según lo contenido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Cables y empalmes:

  - Los calibres de los cables serán los adecuados para la carga que han de soportar en función del cálculo realizado.
  - Los cables a emplear en la obra poseerán un aislamiento de 1.000 V; la funda de los cables tendrá un aislamiento de 1.000 V.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00233?2
VISADO

- La distribución a partir del cuadro general se hará con cable manguera -o antihumedad perfectamente protegido; siempre que sea posible irá enterrado, señalizándose con tablones su trayecto en los lugares de paso.
- Los empalmes provisionales y alargaderas se harán con empalmes especiales antihumedad, del tipo estanco.
- Los empalmes definitivos se harán mediante cajas de empalmes, admitiéndose en ellos una elevación de temperatura igual a la admitida para los conductores. Las cajas de empalmes serán de modelos normalizados para intemperie.
- Siempre que sea posible, los cables irán colgados, los puntos de sujeción estarán perfectamente aislados, no serán simples clavos. Las mangueras tendidas por el suelo, al margen de deteriorarse y perder protección, son obstáculos para el tránsito normal de trabajadores.

- Interruptores:

  - Los interruptores estarán protegidos, en cajas del tipo blindado, con cortacircuitos fusibles y ajustándose a las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se instalarán dentro de cajas normalizadas con puerta y cierre, con una señal de "Peligro Electricidad" sobre la puerta.

- Cuadros eléctricos:

  - Cada cuadro eléctrico irá provisto de su toma de tierra correspondiente, a través del cuadro eléctrico general y señal normalizada de "Peligro Electricidad" sobre la puerta, que estará provista de cierre.
  - Irán montados sobre tableros de material aislante, dentro de una caja que los aísle, montados sobre soportes o colgados de la pared, con puerta y cierre de seguridad.
  - El cuadro eléctrico general se accionará subido sobre una banqueta de aislamiento eléctrico específico. Su puerta estará dotada de enclavamiento.
  - El cuadro eléctrico general se instalará en el interior de un receptáculo cerrado con ventilación continua por rejillas y puerta con cerradura. La llave quedará identificada mediante llavero específico en el cuadro de llaves en la oficina de la obra.

- Tomas de corriente:

  - Las tomas de corriente serán blindadas, provistas de una clavija para toma de tierra y siempre que sea posible, con enclavamiento.
  - Se emplearán colores distintos en los tomacorrientes para diferenciar el servicio a 220 V del de 380 V.

- Interruptores automáticos:

  - Se colocarán todos los que la instalación requiera, pero de un calibre tal que "salten" antes de que la zona de cable que protegen llegue a la carga máxima.
  - Con ellos se protegerán todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Interruptores diferenciales:

  - Todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado irán protegidos con un interruptor diferencial de 30 mA.
  - Las máquinas eléctricas quedarán protegidas en sus cuadros, mediante interruptores diferenciales selectivos, calibrados con respecto al del cuadro general para que se desconecten antes que aquel o aquellos de las máquinas con fallos, y evitar la desconexión general de toda la obra.

- Tomas de tierra:

  - En caso de ser necesaria la instalación de un transformador, se le dotará de la toma de tierra adecuada, ajustándose a los reglamentos, y exigencias de la empresa suministradora.
  - La toma de tierra de la maquinaria se hará mediante hilo de toma de tierra específico y por intermedio del cuadro de toma de corriente y cuadro general en combinación con los interruptores diferenciales generales o selectivos.
  - La conductividad del terreno en el que se ha instalado la toma de tierra (pica o placa), se aumentará regándola periódicamente con un poco de agua. Las picas de toma de tierra quedarán permanentemente señalizadas mediante una señal de riesgo eléctrico sobre un pie derecho.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 13302
VISADO

### 3.6.1.8.2 Alumbrado

- El alumbrado de la obra en general y de los tajos en particular, será "bueno y suficiente", con la claridad necesaria para permitir la realización de los trabajos. Nunca será inferior a 100 lux medidos a 2 metros del plano de trabajo.
- El alumbrado estará protegido por un interruptor diferencial de 30 mA. instalado en el cuadro general eléctrico.
- Siempre que sea posible, las instalaciones del alumbrado serán fijas. Cuando sea necesario utilizar portalámparas estancos con mango aislante, rejilla de protección de bombilla y ganchos de cuelgue.
- Cuando se utilicen portátiles en tajos en que las condiciones de humedad sean elevadas, la toma de corriente se hará en un transformador portátil de seguridad a 24 V.
- Si en algún momento fuera necesario la utilización de focos, se situarán sobre pies derechos de madera o sobre otros elementos recubiertos de material aislante, colocados a un mínimo de 2 m. de altura sobre el pavimento para evitar los deslumbramientos que suelen producir los focos a baja altura.

- Mantenimiento y reparaciones:

  - Todo el equipo eléctrico se revisará periódicamente por el electricista instalador de la obra.
  - Las reparaciones jamás se harán bajo corriente. Antes de realizar una reparación se quitarán los interruptores de sobreintensidad, colocando en su lugar una placa de "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
  - Las nuevas instalaciones, reparaciones, conexiones, etc., únicamente las realizarán los electricistas autorizados.

- Señalización y aislamiento:

  - Si en la obra hubiera diferentes voltajes, (220 V, 380 V), en cada toma de corriente se indicará el voltaje a que corresponda.
  - Todos los cuadros eléctricos generales de maquinaria y carcasas de maquinaria eléctrica tendrán adherida una señal de "Peligro Electricidad" normalizada.
  - Las herramientas tendrán mangos aislantes y estarán homologadas AT para riesgos eléctricos.
  - Si se utilizan escaleras o andamios para hacer reparaciones, cumplirán con las especificaciones y normativas estipuladas en sus correspondientes apartados dentro de este mismo Pliego de Condiciones de Seguridad y Salud.

#### 3.6.1.8.3 Instalación de electricidad

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación suficiente y de forma que no cree sombras sobre la zona de trabajo.
- La realización del cableado, cuelgue y conexionado de la instalación eléctrica de la escalera, sobre escaleras de mano (o andamios sobre borriquetas), se efectuará una vez protegido el hueco de la misma con una red horizontal de seguridad.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 3.6.1.8.4 Equipos electrógenos

La energía eléctrica utilizada en obra se conseguirá mediante el empleo de equipos electrógenos. Esta energía no debe utilizarse directamente para alimentar a los receptores. Las medidas de seguridad que habrán de adoptarse, como protección contra contactos eléctricos indirectos, son las siguientes:

- Se instalará a la salida del generador un armario normalizado que disponga de interruptores diferenciales de alta y media sensibilidad, como control a los circuitos de alumbrado y fuerza respectivamente, combinados con la puesta a tierra de las masas metálicas de los receptores e interruptores magnetotérmicos en base a los elementos empleados.
- El neutro del grupo se instalará en tierra en su origen (sistema de protección con neutro a tierra).
- En cuanto a la protección de derivaciones en el propio generador es eficaz el uso de tarimas, alfombrillas, etc., aislantes o puesta a tierra, independiente eléctricamente a la del neutro del sistema.
- Se colocarán pantallas de protección en las bornas de conexión del generador.

### 3.6.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Las protecciones colectivas son aquellos equipos o elementos que, independientemente del hombre a proteger, sirven de pantalla entre el peligro y el trabajador. También entran dentro del rango de protecciones colectivas, aquellas destinadas a proteger al usuario de obra o vía en servicio afectada por la construcción de la proyectada.

Los equipos que forman las protecciones colectivas se montan en los lugares de trabajo, sobre las máquinas o estructuras, donde existen riesgos comunes y generales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 013302
VISADO

Dependiendo de las particularidades de la obra, los elementos de seguridad colectiva serán los siguientes:

### 3.6.2.1 SEÑALIZACIÓN

Se dispondrá la señalización necesaria de ordenación y prevención, tanto para el personal de obra directamente afectado, como para los usuarios de aquellos viales que se vean afectados por las obras.

El tipo de señales a disponer será el siguiente:

- Señales de tráfico.
- Señales de prevención de riesgos.
- Carteles de aviso.
- Banderas de señalización.
- Cinta balizadora.
- Malla naranja.

### 3.6.2.2 BARANDILLAS

Se adoptan barandillas de protección para caídas a distinto nivel, incorporadas al sistema del encofrado para hormigonado “in situ” de las estructuras.

### 3.6.2.3 SISTEMAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

Estos sistemas de limitación y protección se adoptan a dos niveles de seguridad: para los operarios de las distintas unidades en construcción y para los usuarios de vías próximas a la situación de las obras, que pudieran verse afectadas por éstas.

Los sistemas que se adoptan serán los siguientes:

- Cinta balizadora, no con ánimo protector sino de aviso de zona peligrosa.
- Vallas metálicas para limitación de zonas peligrosas y accesos a instalaciones con riesgos.
- Topes de desplazamiento de vehículos.

En las cimentaciones, se procederá a su señalización con malla naranja en todo el pavimento de la misma, dejando un hueco libre de 4 m para la entrada de vehículos, con el fin de permitir su aproximación con intención de hormigonar.

### 3.6.2.4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Extintores de mano.

### 3.6.2.5 CUADROS ELÉCTRICOS DE SEGURIDAD

De modo complementario al cumplimiento del reglamento E.B.T. se dispondrán:

- Tomas de tierra.
- Interruptores diferenciales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 03302

### 3.6.2.6 PROTECCIÓN FRENTE A RIESGOS ELÉCTRICOS

#### 3.6.2.6.1 Detectores de tensión

- Características:

  - Constituidos por una caja que contiene el circuito electrónico. En el compartimento anexo incorpora una pila de alimentación.
  - El detector se activa por la acción de un campo eléctrico.
  - El sistema de señalización del detector debe ser indudablemente perceptible por el usuario en las condiciones normales de funcionamiento y actuará en caso de existencia de tensión en el conducto en un tiempo no superior a un segundo.
  - Las distancias mínimas de seguridad a las que el detector deberá funcionar para que no presente peligro para el usuario deberán ser: 3 m en 138 kV; 4 m en 220 kV y 5 m en 380 kV.
  - El umbral de funcionamiento vendrá determinado por el valor mínimo del campo eléctrico a partir del cual el detector indica presencia de tensión. Estos valores estarán calculados de forma tal que permitan la detección en la línea a distancias superiores a las mínimas de seguridad.
  - El detector deberá estar previsto para una actuación ininterrumpida de un minuto de duración como mínimo.
  - Cada detector lleva incorporado un dispositivo comprobador del sistema de señalización.

- Utilización:

  - La ausencia o presencia de tensión se detectará mediante el direccionamiento y aproximación del detector al conductor que se desee verificar: en ningún caso las distancias de aproximación serán inferiores a las distancias mínimas de seguridad.
  - Antes y después de su utilización se comprobará su funcionamiento pulsando el botón de prueba.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general.
  - Mantenerlas en perfecto estado de uso, reponiendo periódicamente la pila de alimentación del sistema electrónico.
  - Repararlas o sustituirlas al menor síntoma de deterioro.

#### 3.6.2.6.2 Equipo de puesta a tierra de alta tensión

- Características:

  - El equipo consta de los siguientes elementos: tres pinzas de conexión, tres conductores y tres grapas de puesta a tierra.
  - Los conductores están provistos de una funda transparente que sirve para su protección mecánica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CARREROS, Colegiado nº 013302

- Utilización:

  - Equipo para poner a tierra y en cortocircuito a través de tierra las líneas aéreas de 1 categoría y subestaciones.
  - Se utilizarán siempre los guantes de maniobra.
  - Las conexiones deben estar bien apresadas.
  - Se instalarán con la pértiga correspondiente.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general de los cables de conexión y su funda protectora, así como grapas y pinzas.
  - Mantener el equipo en perfecto estado de funcionamiento, reponiendo cuantos elementos estén deteriorados.

#### 3.6.2.6.3 Equipo de puesta a tierra de baja tensión

- Características:

  - El equipo está formado por cuatro pinzas de contacto aisladas con mordazas de aleación de cobre-aluminio y provistas empuñaduras y resalte, cuatro conductores de puesta en cortocircuito de cable de cobre extra flexible de 35 mm2 de sección y 1500 mm de longitud bajo funda aislante transparente y un racor de unión aislado en el interior de una caja aislante.
  - Abraza conductores de hasta 12 mm de diámetro.
  - Dispone de una bolsa para el transporte.

- Utilización:

  - Para la puesta a tierra (neutro) y en cortocircuito de instalaciones de B.T.
  - Se utilizará siempre con guantes aislantes para B.T. y alfombra o banquete aislante.
  - Las conexiones deben estar bien apretadas.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general de los cables de conexión y su funda de protección y el perfecto funcionamiento de las mandíbulas de las pinzas.

#### 3.6.2.6.4 Bajada de potencial de B.T.

- Características:

  - Una bajada de potencial es un conjunto formado por un tubo de aluminio en cuyo extremo superior está situada la pinza de contacto, que es accionada por el tubo y en su extremo inferior acaba con un racor de acoplamiento a una pértiga. En este mismo extremo inferior lleva un conector que permite el acoplamiento de los equipos de puesta a tierra habituales.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133027
VISADO

- Las capacidades de las pinzas son de 10 a 35 mm de diámetro y de 50 a 150 mm de diámetro.
- Las longitudes del tubo de aluminio serán de 2,5, 3 y 3,5 m.
- Las longitudes de las pértigas son de 4 ó 5 m.
- Dispone de una bolsa para el transporte.

- Utilización:

  - Para hacer más cómoda la puesta a tierra en los embarrados de las subestaciones en las que los puntos en tensión están situados a gran altura.
  - Es imprescindible usar guantes aislantes para A.T. durante el manejo de la pértiga.
  - Las conexiones deben estar bien apretadas.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general.
  - Mantener el equipo en perfecto estado de uso, realizando la reposición de cuantos elementos se deterioren.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013202
VISADO

### 3.6.2.6.5 Capuchones aislantes de B.T.

- Características:

  - Capuchones de protección de aisladores y poleas para líneas de B.T. fabricados en caucho o similar. Dimensiones:
  - Capuchón para aislador de 110 mm de diámetro y 150 mm de altura.
  - Capuchón para polea de 160 mm de diámetro y 200 mm de altura.

- Utilización:

  - Para cubrir poleas y aisladores con el fin de evitar contactos eléctricos accidentales cuando se trabaja en tensión o en proximidad de elementos en tensión.
  - Generalmente se usan en combinación con perfiles aislantes o telas vinílicas.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general.
  - Conservarlos secos interiormente y limpios de barro, grasa o cualquier sustancia contaminante.

### 3.6.3 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los riesgos que no se pueden evitar mediante la instalación de las protecciones descritas en el apartado "equipos de protección colectiva", se eliminarán mediante el uso de equipos de protección individual, según el siguiente desglose:

#### 3.6.3.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y de protección contra choques e impactos. Prendas de protección para la cabeza.
- Protectores del oído: protectores auditivos desechables o reutilizables, cascos antirruidos y protectores auditivos tipo "orejeras" con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.
- Protectores de los ojos y de la cara: gafas de montura "universal".
- Protección de las vías respiratorias: equipos filtrantes de partículas.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (cortes, vibraciones).
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad y protección.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección para el mal tiempo, ropa de protección, ropa antipolvo y ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retrorreflectantes, fluorescentes).

#### 3.6.3.2 CIMENTACIONES

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y protección contra choques e impactos.
- Protectores de los ojos y de la cara: pantallas faciales y pantallas para soldadura (de mano, de cabeza o acoplables a casco de protección), gafas de protección.
- Protección de las vías respiratorias: equipos filtrantes de partículas, equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura y con máscara amovible para soldadura.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Protectores de pies y piernas: calzado de protección y de seguridad.
- Protectores del tronco y abdomen: mandiles de cuero y otros materiales resistentes a partículas y chispas incandescentes, fajas y cinturones antivibraciones.

#### 3.6.3.3 EXTENDIDO DE ZAHORRAS

- Protectores de la cabeza: cascos protectores y de seguridad.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Protectores de pies y piernas: calzado y cubrecalzado de protección contra el calor.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección contra fuentes de calor intenso, ropa y accesorios de señalización (retrorreflectantes, fluorescentes).

#### 3.6.3.4 COLOCACIÓN DE CABLE ELÉCTRICO

- Protectores de la cabeza: cascos de seguridad y protección contra choques e impactos.
- Protectores de los ojos y de la cara: gafas de montura "universal".
- Protección de las vías respiratorias; equipos filtrantes de partículas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (cortes, vibraciones), guantes dieléctricos.
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad y protección.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección para el mal tiempo, ropa de protección, ropa antipolvo.

### 3.6.3.5 OBRAS DE FÁBRICA

- **Protectores de la cabeza:** cascos de seguridad y protección contra choques e impactos.
- **Protectores de los ojos y de la cara:** pantallas faciales y pantallas para soldadura (de mano, de cabeza o acoplables a casco de protección), gafas de protección.
- **Protección de las vías respiratorias:** equipos filtrantes de partículas, equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura y con máscara amovible para soldadura.
- **Protectores de manos y brazos:** guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- **Protectores de pies y piernas:** calzado de protección y de seguridad.
- **Protectores del tronco y abdomen:** mandiles de cuero y otros materiales resistentes a partículas y chispas incandescentes, fajas y cinturones antivibraciones.
- **Protección total del cuerpo:** equipos de protección contra las caídas de altura, dispositivos anticaídas deslizantes, ropa de protección contra las agresiones mecánicas y ropa de protección contra bajas temperaturas.

### 3.6.3.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos constarán de los siguientes elementos:

#### 3.6.3.6.1 Pértiga aislante

- Características:
  - Fabricada con tubo, reforzado o no con espuma en su interior.
  - Empuñadura antideslizante. Irá provista de un apoyo de plástico también antideslizante.
  - El ensamblaje de los tramos se hará mediante un sistema de acoplamiento rígido por medio de racores de fácil conexión.
- Utilización:
  - Para maniobras de seccionadores sin mando mecánico, colocación de dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito, colocación del detector de tensión, cambio de fusibles y maniobras diversas de aparamenta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Es imprescindible usar guantes aislantes de A.T. clase 3 y/o banqueta durante el manejo de la pértiga.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar su buen estado general y, en particular, la perfecta unión de los racores de acoplamiento.
  - Limpiarla periódicamente y antes de usarla, con un paño impregnado en silicona.
  - Guardarla en lugar seco.
  - En los desplazamientos debe transportarse dentro de una funda impermeable.

#### 3.6.3.6.2 Alfombras aislantes

- Características:

  - Fabricadas en planchas de caucho o sintéticas de alto poder dieléctrico, de 3 mm de espesor. Antideslizantes.
  - Se suministran en placas individuales o rollos.

- Utilización:

  - En zonas de trabajo, como aislantes del operario que realiza trabajos o maniobras en instalaciones de baja tensión, en tensión o susceptibles de estarlo.
  - Se emplearán simultáneamente con otros elementos de protección tales como guantes aislantes, herramientas aisladas, etc.
  - No deben usarse si están mojadas por sus dos caras.
  - Comprobar antes de la utilización si está perforada, rota o degradada y desecharla en caso afirmativo.

- Verificación y conservación:

  - Mantenerlas lo más limpias posible, lavándolas periódicamente con agua jabonosa y preservarlas de focos de calor y de la acción directa del sol.

#### 3.6.3.6.3 Perfil aislante para líneas de B.T.

- Características:

  - Perfiles de protección de conductores de líneas de B.T. fabricados en caucho o similares.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133(

- Dimensiones aproximadas: 1 m de longitud, 14 mm de diámetro interior y 23 mm de diámetro exterior.

- Utilización:

  - Para evitar todo riesgo de contacto eléctrico, cuando se realicen trabajos en líneas de B.T. o en sus proximidades.

  - Generalmente se usan en combinación con los capuchones o telas vinílicas aislantes.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general.

  - Conservarlos limpios de barro, grasa o cualquier sustancia contaminante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.6.3.6.4 Telas aislantes para B.T.

- Características:

  - Fabricadas en vinilo plastificado de alto poder dieléctrico.

  - Flexibles y transparentes u opacas según las necesidades.

  - Se cierran sobre sí mismas por medio de una tira tipo velcro.

- Utilización:

  - El modelo A se usa para conductor o barra y el B para aislador.

  - Se utilizan en las instalaciones de B.T. como aislamiento de elementos en tensión que, por su proximidad a los lugares en que los operarios deben realizar trabajos puedan representar un peligro de riesgo eléctrico.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general.

  - Conservarlas secas y limpias de barro, grasas, etc., lavándolas con agua jabonosa.

### 3.6.3.6.5 Dedales aislantes en extremos del conductor

- Características:

  - Dedales aislantes tronco-cónicos o cilíndricos, cerrados por un extremo y cerrados con un corte cruciforme en el otro.

- Espesor mínimo de 2 mm.
- Su diseño permitirá que, al colocarlos, queden bien sujetos sobre el extremo desnudo del conductor aislado al que vayan destinadas.

- Utilización:

  - Para aislar las extremidades desnudas de conductores y terminales, con el fin de impedir cortocircuitos o contactos accidentales, durante la realización de trabajos en tensión, en baja tensión.

- Verificación y conservación:

  - Comprobar visualmente su buen estado general.
  - Conservarlos secos y limpios de barro, grasa o cualquier sustancia contaminante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.6.3.7 SEÑALIZACIÓN

- Protectores de cabeza: cascos de seguridad y de protección contra choques e impactos.
- Protectores de los ojos y de la cara: gafas de montura universal.
- Equipos filtrantes de partículas, gases y vapores.
- Protectores de manos y brazos: guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones)
- Protectores de pies y piernas: calzado de seguridad y protección contra golpes e impactos.
- Protectores del tronco y el abdomen: chalecos, chaquetas.
- Protección total del cuerpo: ropa de protección contra las agresiones mecánicas

## 3.6.4 FORMACIÓN E INFORMACIÓN

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que éstos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberán emplear.

El Contratista debe asumir la formación en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional esta información o específica se les dará por escrito, utilizando los textos que para este fin se incorporan a este pliego de condiciones técnicas y particulares.

Por otra parte, eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

## 3.6.5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

### 3.6.5.1 BOTIQUINES

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Cuando las zonas de trabajo estén muy alejadas del botiquín central, será necesario disponer de maletines que contengan el material imprescindible para atender pequeñas curas.

### 3.6.5.2 ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde d trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de Asistencia.

### 3.6.5.3 VIGILANCIA DE LA SALUD

Se garantizará a los trabajadores la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia sólo podrá llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.

Todos los tajos de las obras se balizarán y señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocando en su caso los cerramientos necesarios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 3.7 PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

Todos los tajos de las obras se balizarán y señalizarán, de acuerdo con la normativa vigente tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera. Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocando en su caso los cerramientos necesarios.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 3.8 SERVICIOS HIGIÉNICOS

1. Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

   Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

   Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

2. Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

   Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

   Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

   Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

   Los servicios higiénicos tendrán un lavabo con agua fría y caliente para cada 10 trabajadores, y un inodoro por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos, calefacción y calentadores de agua.

   Se analizará el agua destinada al consumo para garantizar su potabilidad.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 03302
VISADO

## 3.9 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 3.9.1 OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas para la construcción de una planta fotovoltaica, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

A la hora de analizar los aspectos que puedan intervenir en la seguridad y salud de los trabajadores y adoptar las medidas preventivas pertinentes, en cuanto a las normas legales y reglamentarias y prescripciones, no se debe tener en cuenta el presente Pliego de forma aislada, ya que su interpretación va estrechamente ligada a los restantes documentos de este Estudio de Seguridad y Salud, en especial con la Memoria. En caso de darse alguna contradicción entre los diversos documentos que componen el presente Estudio de Seguridad y Salud, siempre se tomará como preferente la opción que esté de la parte de la seguridad de los trabajadores.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 005302
VISADO

### 3.9.2 NORMATIVAS LEGALES DE APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- 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 I TCLAT 01 a 09.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.
- O Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- O Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- O Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- O Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de -o los equipos de protección individual.
- Reglamento de aparatos elevadores, Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, derogado parcialmente por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que puedan afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 13302

### 3.9.3 DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 3.9.3.1 DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de un subcontratista, o un contratista y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el PROMOTOR principal, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con lo previsto en el R.D. 1627/1997.

La designación de los coordinadores no eximirá al CONTRATISTA de sus responsabilidades.

#### 3.9.3.2 DELEGACIÓN DE PREVENCIÓN

En cumplimiento de los artículos 35, 36 y 37 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se dispondrá de Delegados de Prevención, en el número que dicte dicha Ley.

Sus competencias serán:

- Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de las acciones preventivas.
- Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos labores.
- Ser consultados por el contratista, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a las que se refiere el artículo 33 de la L.P.R.L.
- Comprobar el cumplimiento de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### 3.9.3.3 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se constituirá el comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción o en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo Provincial.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo. El Comité adoptará sus propias normas de funcionamiento.

Las empresas que cuenten con varios centros de trabajo dotados de Comité de Seguridad y Salud podrán acordar con sus trabajadores la creación de un Comité Intercentros, con funciones que el acuerdo le atribuya.

#### 3.9.3.4 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias.

El libro de incidencias será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

En él sólo se anotarán por las personas autorizadas para ello, los incumplimientos de las previsiones contenidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

El libro de incidencias deberá mantenerse en la obra. A dicho libro tendrán acceso el Coordinador en materia de Seguridad y Salud, la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302

salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines del libro.

### 3.9.3.5 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

1. Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 1 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 13, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

2. En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes y a los trabajadores de éstos.

3. Asimismo, lo dispuesto en este artículo se entiende sin perjuicio de la normativa sobre contratos de las Administraciones Públicas relativa al cumplimiento de plazos y suspensión de obras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001102
VISADO

## 3.9.4 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

En este apartado se indican una serie de normas y condiciones técnicas a cumplir por todos los medios y equipos de protección, tanto a nivel individual como colectivo. Es muy importante tener en cuenta que la protección colectiva siempre hay que adoptarla antes que la individual, ya que los medios de protección individuales se deben emplear como complemento de los medios de protección colectiva y en los casos en que ésta no se pueda aplicar.

### 3.9.4.1 PROTECCIONES INDIVIDUALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. de 17-5-74) (B.O.E. 29-5-74) siempre que exista en el mercado. En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

Como norma general, se deben elegir equipos de protección individual cómodos y operativos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según las normas EPI.
- Toda prenda tendrá fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por cualquier circunstancia, trabajo o mala utilización, una prenda de protección individual o equipo se deteriore, se repondrá al margen de la duración prevista.
- Todo elemento de protección individual se ajustará a la "Circulación intercomunitaria de EPIS" R.D. 1407/92, de 20 de noviembre, y sus instrucciones complementarias que lo desarrollan. Dichos equipos tendrán el

marcado "CE". Así mismo se cumplirá el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección y utilización por los trabajadores en el trabajo.

- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.

- Los equipos de protección individual en uso que estén rotos serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.9.4.1.1 Casco de seguridad

- Será de material resistente al impacto.

- Las partes en contacto con la cabeza deberán ser reemplazables.

- Al comenzar un trabajador en la obra, se le proporcionará un casco nuevo.

- El casco que haya sufrido un fuerte impacto deberá sustituirse, aunque no se aprecien fisuras ni roturas.

- Las partes que se hallen en contacto con la cabeza del usuario no afectarán a la piel y se confeccionarán con material rígido, hidrófugo y de fácil limpieza y desinfección.

- El casquete tendrá superficie lisa, con o sin nervaduras, bordes redondeados y carecerá de aristas y resaltes peligrosos, tanto exterior como interiormente. No presentará rugosidades, hendiduras, burbujas ni defectos que mermen las características resistentes y protectoras del mismo. Ni las zonas de unión ni el atalaje en sí causarán daño o ejercerán presiones incómodas sobre la cabeza del usuario.

- Entre casquete y atalaje quedará un espacio de aireación que no será inferior a cinco milímetros, excepto en la zona de acoplamiento arnéscasquete.

- El modelo tipo habrá sido sometido al ensayo de choque, mediante percutor de acero, sin que ninguna parte del arnés o casquete presente rotura. También habrá sido sometido al ensayo de perforación, mediante punzón de acero, sin que la penetración pueda sobrepasar los ocho milímetros. Ensayo de resistencia a la llama, sin que llameen más de quince segundos o goteen. Ensayo eléctrico, sometido a una tensión de dos kilovoltios, 50 Hz, tres segundos, la corriente de fuga no podrá ser superior a tres mA; en el ensayo de perforación elevando la tensión de 2,5 KV, quince segundos, tampoco la corriente de fuga sobrepasará los tres mA.

- En el caso del casco clase E-AT, las tensiones de ensayo al aislamiento y a la perforación serán de 25 kV y 30 kV respectivamente. En ambos casos la corriente de fuga no podrá ser superior a 10 mA.

- En el caso del casco clase E-B, en el modelo tipo, se realizarán los ensayos de choque y perforación, con buenos resultados habiéndose acondicionado ésta a -15±20 C.

- Todos los cascos que se utilicen por los operarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica reglamentaria MT-I, Resolución de la Dirección General del Trabajo, del 14-12-1974.

#### 3.9.4.1.2 Gafas de protección

- Las monturas serán ligeras, cómodas, de fácil limpieza y que no reduzcan el campo visual.
- Los elementos transparentes de visualización no deberán tener estrías, rayas ni arañazos.
- Se evitará que los elementos transparentes de visualización sean de vidrio, a no ser que éste sea inastillable.
- Los "cristales" deberán ser ópticamente neutros, sin burbujas ni incrustaciones.
- Si el trabajador precisa gafas graduadas, se le proporcionará un visor basculante de protección.
- En los lugares de trabajo con ambiente pulverulento o con vapor, se utilizarán gafas cerradas y ajustadas.
- Las gafas de seguridad que utilizarán los operarios serán gafas de montura universal contra impactos, como mínimo clase A, siendo convenientes de clase D.
- Las gafas deberán cumplir los requisitos que siguen. Serán ligeras de peso y de buen acabado, no existiendo rebabas ni aristas cortantes o punzantes. Podrán limpiarse fácilmente y tolerarán desinfecciones periódicas sin merma de sus prestaciones. No existirán huecos libres en el ajuste de los oculares a la montura. Dispondrán de aireación suficiente para evitar en lo posible el empañamiento de los oculares en condiciones normales de uso.
- Todas las piezas o elementos metálicos, en el modelo tipo, se someterán a ensayo de corrosión, no debiendo observarse la aparición de puntos apreciables de corrosión. Los materiales no metálicos que entren en su fabricación no deberán inflamarse al someterse a un ensayo de 500 ºC de temperatura, y sometidos a la llama la velocidad de combustión no será superior a 60 mm/min. Los oculares estarán firmemente fijados en la montura, no debiendo desprenderse a consecuencia de un impacto de bola de acero de 44 gramos de masa, desde 130 cm. de altura, repetido tres veces consecutivamente.
- Los oculares estarán construidos en cualquier material de uso oftalmológico, con tal que soporte las pruebas correspondientes. Tendrán buen acabado, y no presentarán defectos superficiales o estructurales que puedan alterar la visión normal del usuario. El valor de la transmisión media al visible, medida con espectrofotómetro, será superior al 89%.
- Si el modelo tipo supera la prueba al impacto de bola de acero de 44 gramos, desde una altura de 130 cm., repetido tres veces, será de clase A. Si supera la prueba de impactos de punzón, serán clase B. Si superase el impacto a perdigones de plomo de 4,5 milímetros de diámetro clase C; en el caso que supere todas las pruebas citadas se clasificarán como clase D.
- Todas las gafas de seguridad que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-16, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 14-6-1978.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 003302

### 3.9.4.1.3 Elementos de protección auricular

- Podrán ser tapones, auriculares almohadillados, etc.
- Si en el lugar de trabajo, se alcanzan o superan los 90 dBA, será obligatorio el uso de elementos de protección auricular.
- El protector auditivo que utilizarán los operarios será como mínimo clase E.
- Es una protección personal utilizada para reducir el nivel de ruido que percibe el operario cuando está situado en ambiente ruidoso. Consiste en dos casquetes que ajustan convenientemente a cada lado de la cabeza por medio de elementos almohadillados, quedando el pabellón externo de los oídos en el interior de los mismos, y el sistema de sujeción por arnés.
- El modelo tipo habrá sido probado por un escucha, es decir, persona con una pérdida de audición no mayor de 10 dB respecto a un audiograma normal en cada uno de los oídos y para cada una de las frecuencias de ensayo.
- Se definirá el umbral de referencia como el nivel mínimo de presión sonora capaz de producir una sensación auditiva en el escucha situado en el lugar de ensayo y sin protector auditivo. El umbral de ensayo será el nivel mínimo de opresión sonora capaz de producir sensación auditiva en el escucha en el lugar de prueba y con el protector auditivo tipo colocado, y sometido a prueba. La atenuación será la diferencia expresada en decibelios, entre el umbral de ensayo y el umbral de referencia.
- Como señales de ensayo para realizar la medida de atenuación en el umbral se utilizarán tonos puros de las frecuencias siguientes:
- 125, 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 y 8.000 Hz
- Las protecciones auditivas de clase E cumplirán lo que sigue: Para frecuencias bajas de 250 Hz, la suma mínima de atenuación será de 10 dB. Para frecuencias medias de 500 a 4.000 Hz, la atenuación mínima de 20 dB, y la suma mínima de atenuación 95 dB. Para frecuencias altas de 6.000 y 8.000 Hz, la suma mínima de atenuación será de 35 dB.
- Todos los protectores auditivos que se utilicen por los operarios estarán homologados por los ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-2, Resolución de la Dirección General del 28-6-1.975.

### 3.9.4.1.4 Pantallas y equipos de soldador

- Las pantallas antiproyección serán de material orgánico transparente o de malla metálica fina con visor de cristal inastillable.
- En lugares de trabajo próximos a zonas eléctricas con tensión, el material de las pantallas será aislante.
- Las pantallas utilizadas en soldaduras tendrán la mirilla protegida con otra transparente.
- En todo caso, los visores no tendrán burbujas, incrustaciones, rayas ni arañazos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.cogiti.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 30332

- El equipo de soldador que utilizarán los soldadores será de elementos homologados, el que lo esté, y para los que no lo estén, los adecuados del mercado para su función específica.

- El equipo estará compuesto por los elementos que siguen: pantalla de soldador, mandil de cuero, par de manguitos, par de polainas, y par de guantes para soldador.

- La pantalla será metálica, de la adecuada robustez para proteger al soldador de chispas, esquirlas, escorias y proyecciones de metal fundido. Estará provista de filtros para la intensidad de las radiaciones a las que ha de hacer frente. Se podrán poner cristales de protección mecánica, contra impactos, que podrán ser cubrefiltros o antecristales. Los cubrefiltros preservarán a los filtros de los riesgos mecánicos, prolongando así su vida. La misión de los antecristales es la de proteger los ojos del usuario de los riesgos derivados de las posibles roturas que puedan sufrir el filtro, y en aquellas operaciones laborales en las que no es necesario el uso del filtro, como descascarillado de la soldadura o picado de la escoria. Los antecristales irán situados entre el filtro y los ojos del usuario.

- El mandil, manguitos, polainas y guantes estarán realizados en cuero o material sintético, incombustible, flexible y resistente a los impactos de partículas metálicas, fundidas o sólidas.

- Serán cómodos para el usuario, no producirán dermatosis y por sí mismos nunca supondrán un riesgo.

- Los elementos homologados, lo estarán en virtud a que el modelo tipo habrá superado las especificaciones y ensayos de las Normas Técnicas Reglamentarias MT-3, MY-18 y MT-19, Resoluciones de la Dirección General de Trabajo.

#### 3.9.4.1.5 Elementos de protección respiratoria

- Se utilizarán en lugares de ambiente pulverulento, con vapores, o con poca ventilación.

- Los filtros deberán limpiarse después de su uso.

- Serán de uso personal.

- La mascarilla antipolvo es un adaptador facial que cubre las entradas a las vías respiratorias, siendo sometido el aire del medio ambiente, antes de su inhalación por el usuario, a una filtración de tipo mecánico.

- Los materiales constituyentes del cuerpo de la mascarilla podrán ser metálicos, elastómeros o plásticos, con las características que siguen. No producirán dermatosis y su olor no podrá ser causa de trastornos en el trabajador. Serán incombustibles o de combustión lenta. Los arneses podrán ser cintas portadoras; los materiales de las cintas serán de tipo elastómero y tendrán las características expuestas anteriormente. Las mascarillas podrán ser de diversas tallas, pero en cualquier caso tendrán unas dimensiones tales que cubran perfectamente las entradas a las vías respiratorias.

- La pieza de conexión, parte destinada a acoplar el filtro, en su acoplamiento no presentará fugas.

- La válvula de inhalación, su fuga no podrá ser superior a 2400 ml/min a la exhalación, y su pérdida de carga a la inhalación no podrá ser superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa).

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133022

- En las válvulas de exhalación su fuga a la inhalación no podrá ser superior a 40 ml/min, y su pérdida de carga a la exhalación no será superior a 25 milímetros de columna de agua (238 Pa).
- El cuerpo de la mascarilla ofrecerá un buen ajuste con la cara del usuario y sus uniones con los distintos elementos constitutivos cerrarán herméticamente.
- Los filtros de las mascarillas autofiltrantes se repondrán con la periodicidad adecuada, en función del grado de saturación alcanzado.
- Todas las mascarillas antipolvo que se utilicen por los operarios estarán homologadas por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-7, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28-7-1975.

#### 3.9.4.1.6 Guantes y manguitos

- Podrán ser de goma, cuero, PVC, u otro material adecuado a las condiciones de trabajo.
- En los trabajos relacionados con la electricidad, los guantes o manguitos llevarán marcado el máximo voltaje permitido.
- Los guantes de seguridad utilizados por los operarios serán de uso general anticorte, antipinchazos, y antierosiones para el manejo de materiales, objeto y herramientas.
- Estarán confeccionados con materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.
- Se adaptarán a la configuración de las manos haciendo confortable su uso.
- No serán en ningún caso ambidextros.
- La talla, medida del perímetro del contorno del guante a la altura de la base de los dedos, será la adecuada al operario.
- La longitud, distancia expresada en milímetros, desde la punta del dedo medio o corazón hasta el filo del guante, o sea el límite de la manga, será en general de 320 milímetros o menos. Es decir, los guantes, en general, serán cortos, excepto en aquellos casos que por trabajos especiales haya que utilizar los medios, 320 milímetros a 430 milímetros, o largos, mayores de 430 milímetros.
- Los materiales que entren en su composición y formación nunca producirán dermatosis.
- Los guantes aislantes de la electricidad que utilizarán los operarios serán para actuación sobre instalación de baja tensión, hasta 1.000 V, o para maniobra de instalación de alta tensión hasta 30.000 V.
- En los guantes se podrá emplear como materia prima en su fabricación caucho de alta calidad, natural o sintético, o cualquier otro material de similares características aislantes y mecánicas, pudiendo llevar, o no, un revestimiento inferior de fibras textiles naturales. En caso de guantes que posean dicho revestimiento, éste recubrirá la totalidad de la superficie interior del guante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Carecerán de costuras, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades.
- Podrán utilizarse colorantes y otros aditivos en el proceso de fabricación, siempre que no disminuyan sus características ni produzcan dermatosis.
- Se adaptarán a la configuración de las manos, haciendo confortable su uso. No serán en ningún caso ambidextros.
- Los aislantes de baja tensión serán guantes normales, con longitud desde la punta del dedo medio o corazón al filo del guante menor o igual de 430 milímetros. Los aislantes de alta tensión serán largos, de longitud superior a 430 milímetros. El espesor será variable, según los diversos puntos del guante, pero el máximo admitido será de 2,6 milímetros.
- En el modelo tipo, la resistencia a la tracción no será inferior a 110 Kg/cm2 el alargamiento a la rotura no será inferior al 600 por 100 y la deformación permanente no será superior al 18 por ciento
- Serán sometidos a prueba de envejecimiento, después de la cual mantendrán como mínimo el 80 por ciento del valor de sus características mecánicas y conservarán las propiedades eléctricas que se indican.
- Los guantes de baja tensión tendrán una corriente de fuga de 8mA sometidos a una tensión de perforación de 6.500 V, todo ello medido con una fuente de una frecuencia de 50 Hz. Los guantes de alta tensión tendrán una corriente de fuga de 20 mA a una tensión de prueba de 30.000 V y una tensión de perforación de 35.000 V.
- Todos los guantes aislantes de la electricidad empleados por los operarios estarán homologados, según las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria MT-4, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 28-7-1975.

#### 3.9.4.1.7 Zapatos y botas

- En lugares con presencia de agua se utilizarán botas de goma.
- Si hay peligro de impacto en los pies, se usará calzado con puntera reforzada o metálica.
- En trabajos relacionados con la electricidad, el calzado será aislante, sin roturas ni deterioros.
- En lugares con humedad, el calzado será antideslizante.
- El calzado de seguridad que utilizarán los operarios, serán botas de seguridad clase III. Es decir, provistas de puntera metálica de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos debidos a caídas de objetos, golpes y aplastamientos, y suela de seguridad para protección de las plantas de los pies contra pinchazos.
- La bota deberá cubrir convenientemente el pie y sujetarse al mismo, permitiendo desarrollar un movimiento adecuado al trabajo. Carecerá de imperfecciones y estará tratada para evitar deterioros por agua o humedad. El forro y demás partes internas no producirán efectos nocivos, permitiendo, en lo posible, la transpiración. Su peso no sobrepasará los 800 gramos. Llevará refuerzos amortiguadores de material elástico. Tanto la puntera como la suela de seguridad deberán formar parte íntegramente de

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001302
VISADO

- la bota, no pudiéndose separar sin que ésta quede destruida. El material será apropiado a las prestaciones de uso, carecerá de rebabas y aristas y estará montado de forma que no entrañe por sí mismo riesgo, ni cause daños al usuario. Todos los elementos metálicos que tengan función protectora serán resistentes a la corrosión.

- El modelo tipo sufrirá un ensayo de resistencia al aplastamiento sobre la puntera hasta los 1.500 Kg (14.715 N), y la luz libre durante la prueba será superior a 15 milímetros, no sufriendo rotura.

- También se ensayará al impacto, manteniéndose una luz libre mínima y no apreciándose rotura. El ensayo de perforación se hará mediante punzón con fuerza mínima de perforación de 110 Kgf (1.079 N), sobre la suela, sin que se aprecie perforación.

- Mediante flexómetro, que permita variar el ángulo formado por la suela y el tacón, de 0º a 60º, con frecuencia de 300 ciclos por minuto y hasta 10.000 ciclos, se hará el ensayo de plegado. No se deberán observar roturas, ni grietas o alteraciones.

- En ensayo de corrosión se realizará en cámara de niebla salina, manteniéndose durante el tiempo de prueba, y sin que se presenten signos de corrosión.

- Todas las botas de seguridad clase III que se utilicen por los operarios estarán homologados por las especificaciones y ensayos contenidos en la Norma Técnica Reglamentaria MT-5, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 31-1-1980.

- Las botas impermeables al agua y a la humedad que utilizarán los operarios, serán de clase N, pudiéndose emplear también la clase E.

- La bota impermeable deberá cubrir convenientemente el pie y, como mínimo, el tercio inferior de la pierna, permitiendo al usuario desarrollar el movimiento adecuado al andar en la mayoría de los trabajos.

- La bota impermeable deberá confeccionarse con caucho natural o sintético u otros productos sintéticos, no rígidos, y siempre que no afecten a la piel del usuario.

- Asimismo, carecerán de imperfecciones o deformaciones que mermen sus propiedades, así como de orificios, cuerpos extraños u otros defectos que puedan mermar su funcionalidad.

- Los materiales de la suela y tacón deberán poseer unas características adherentes tales que eviten deslizamientos, tanto en suelos secos como en aquellos que estén afectados por el agua.

- El material de la bota tendrá unas propiedades tales que impidan el paso de la humedad ambiente hacia el interior.

- La bota impermeable se fabricará, a ser posible, en una sola pieza, pudiéndose adoptar un sistema de cierre diseñado de forma que la bota permanezca estanca.

- Podrán confeccionarse con soporte o sin él, sin forro o bien forradas interiormente, con una o más capas de tejido no absorbente, que no produzca efectos nocivos en el usuario.

- La superficie de la suela y el tacón, destinada a tomar contacto con el suelo, estará provista de resaltes y hendiduras, abiertos hacia los extremos para facilitar la eliminación de material adherido.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org/cvd
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 011302

- Las botas impermeables serán lo suficientemente flexibles para no causar molestias al usuario, debiendo diseñarse de forma que sean fáciles de calzar.
- Cuando el sistema de cierre o cualquier accesorio sean metálicos deberán ser resistentes a la corrosión.
- El espesor de la caña deberá ser lo más holgado posible, evitándose irregularidades que puedan alterar su calidad, funcionalidad y prestaciones.
- El modelo tipo se someterá a ensayos de envejecimiento en caliente, envejecimiento en frío, de humedad, de impermeabilidad y de perforación con punzón, debiendo superarlos.
- Todas las botas impermeables, utilizadas por los operarios, deberán estar homologadas de acuerdo con las especificaciones y ensayos de la Norma Técnica Reglamentaria M-27, Resolución de la Dirección General de Trabajo del 3-12-1981.

#### 3.9.4.1.8 Cinturón portaherramientas

Se utilizarán cinturones portaherramientas cuando existe posibilidad de caída de elementos a plantas inferiores por las que pueden trabajar o transitar personas.

### 3.9.4.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

#### 3.9.4.2.1 Área de trabajo

El área de trabajo debe mantenerse libre de obstáculos.

Si el trabajo se realiza sin interrupción de circulación debe estar perfectamente balizado y protegido.

#### 3.9.4.2.2 Pórticos limitadores de gálibo

Dispondrán de dintel debidamente señalizado.

#### 3.9.4.2.3 Vallas autónomas de limitación y protección

Tendrán como mínimo 90 cm de altura estando construidas a base de tubos metálicos.

Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

#### 3.9.4.2.4 Topes de desplazamiento de vehículos

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

Se colocarán en evitación de caídas al aproximarse a las zanjas, se dispondrán en los límites de zonas de acopio, vertido o maniobras, para impedir vuelcos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 3.9.4.2.5 Señales de seguridad

Serán de las dimensiones y color aprobados por la Normativa del Mº de Fomento.

#### 3.9.4.2.6 Interruptores diferenciales y tomas de tierra

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, una tensión máxima de 24 V. Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

#### 3.9.4.2.7 Extintores

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio y se revisarán, como mínimo cada 6 meses. Se comentarán con mayor abundancia en el punto 4.4.3. Protección contra incendios.

#### 3.9.4.2.8 Plataformas y pasarelas

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho. Las que ofrezcan riesgo de caída superior a estarán dotadas de barandillas reglamentarias, capaces de resistir una carga de 150 Kgs/m.

#### 3.9.4.2.9 Iluminación

Por la noche debe instalarse una iluminación suficiente del orden de 120 lux en las zonas de trabajo y de 10 lux en el resto. En los trabajos de mayor definición se emplearán lámparas portátiles. Caso de hacerse los trabajos sin interrupción de la circulación, tendrá sumo cuidado de emplear luz que no afecte a las señales de ffcc/carretera ni a las propias de obra. La iluminación de emergencia funcionará automáticamente en el caso de producirse una avería en la iluminación instalada para el desarrollo normal de los trabajos.

#### 3.9.4.2.10 Vehículos

En evitación de peligro de vuelco, ningún vehículo irá sobrecargado, especialmente los dedicados al movimiento de tierras y todos los que haya de circular por caminos sinuosos. Para su mejor control deben llevar bien visibles placas donde se especifiquen la tara y la carga máxima, el peso máximo por eje y la presión sobre el terreno de la maquinaría que se mueve sobre cadenas.

También se evitará exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición. Todos los vehículos de motor llevarán correctamente los dispositivos de frenado, para lo que se harán revisiones muy frecuentes. También deben llevar frenos los vehículos remolcados.

#### 3.9.4.2.11 Cinta de balizamiento

Se colocará en los límites de zonas de trabajo o de paso en las que existe peligro de caída por desnivel sobre soportes adecuados, si es necesario, será reflectante.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

#### 3.9.4.2.12 Varios

Las escaleras de mano deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.

El contratista adjudicatario de la obra deberá disponer de suficiente cantidad de todo tipo de útiles y prendas de seguridad y de los repuestos necesarios. Por ser el adjudicatario de la obra, debe responsabilizarse de que los subcontratistas dispongan también de estos elementos y, en su caso, suplir las deficiencias que pudiera haber.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.9.4.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- Los extintores de incendio, emplazados en la obra, estarán fabricados con acero de alta embutibilidad y soldabilidad. Se encontrarán bien acabados y terminados, sin rebabas, de tal manera que su manipulación nunca suponga un riesgo por si misma.

- Los extintores estarán esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y dotados con manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga. Se revisarán periódicamente y como máximo cada seis meses.

- El recipiente del extintor cumplirá el Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril de 1979 (B.O.E. 29-5-1979).

- Los extintores estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalará en lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos alrededor del aparato.

- Los extintores estarán a la vista. En los puntos donde su visibilidad quede obstaculizada se implantará una señal que indique su localización.

- Los extintores portátiles se emplazarán sobre paramento vertical a una altura de 1,20 metros, medida desde el suelo a la base del extintor.

- El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP (P.M.31-5-1982).

- Para su mayor versatilidad y evitar dilaciones por titubeos, todos los extintores serán portátiles. Uno de ellos se instalará en el interior de la obra, y precisamente cerca de la puerta principal de entrada y salida.

- En las áreas de trabajo con instalación de alta tensión, para el caso que ella fuera el origen de un siniestro, se emplazará cerca de la instalación con alta tensión un extintor. Este será precisamente de dióxido de carbono, $C0_2$.

### 3.9.4.4 PROTECCIÓN CONTRA CORRIENTE ELÉCTRICA

#### 3.9.4.4.1 Corriente eléctrica de baja tensión

- No hay que olvidar que está demostrado, estadísticamente, que el mayor número de accidentes eléctricos se produce por la corriente alterna de baja tensión. Por o ello, los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión por todos los medios que se indican a continuación.

- No acercándose a ningún elemento con baja tensión, manteniéndose a una distancia de 0,50 m, si no es con las protecciones adecuadas, gafas de protección, casco, guantes aislantes y herramientas precisamente protegidas para trabajar a baja tensión. Si se sospechase que elemento está bajo alta tensión, mientras el contratista adjudicatario averigua oficial y exactamente la tensión a que está sometido, se obligará, con señalización adecuada, a los operarios y las herramientas por ellos utilizados, a mantenerse a una distancia no menor de 4 m.

- Caso que la obra se interfiera con una línea aérea de baja tensión, y no se pudiera retirar ésta, se montarán los correspondientes pórticos de protección manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 0,50 m.

- Las protecciones contra contactos indirectos se conseguirán combinando adecuadamente las Instrucciones Técnicas Complementarias MI BT. 039, 021 y 044 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Esta última citada se corresponde con la Norma UNE20383-75).

- Se combina, en suma, la toma de tierra de todas las masas posibles con los interruptores diferenciales, de tal manera que, en el ambiente exterior de la obra, posiblemente húmedo en ocasiones, ninguna masa tome nunca una tensión igual o superior a 24 V.

- La tierra se obtiene mediante una o más picas de acero recubierto de cobre, de diámetro mínimo 14 milímetros, y longitud mínima 2 metros. Caso de varias picas, la distancia entre ellas será como mínimo vez y media su longitud, y siempre sus cabezas quedarán 50 centímetros por debajo del suelo. Si son varias estarán unidas en paralelo. El conductor será cobre de 35 milímetros cuadrados de sección. La toma de tierra así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 ohmios. Se conectará a las tomas de tierra de todos los cuadros generales de obra de baja tensión. Todas las masas posibles deberán quedar conectadas a tierra.

- Todas las salidas de alumbrado, de los cuadros generales de obra de baja tensión, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad y todas las salidas de fuerza, de dichos cuadros, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad.

- Se vigilará la adecuada conservación de las tomas de tierra, midiendo su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

#### 3.9.4.4.2 Corriente eléctrica de alta tensión

- Dada la suma gravedad que casi siempre supone un accidente con corriente eléctrica de alta tensión, siempre que un elemento de alta tensión intervenga, o como parte de la obra, o se interfiera con ella, el contratista adjudicatario queda obligado a enterarse oficial y exactamente de la tensión. Se dirigirá para ello a la compañía distribuidora de electricidad o a la entidad propietaria del elemento con tensión.

- En función de la tensión averiguada, se considerarán distancias mínimas de seguridad, para los trabajos en la proximidad de instalaciones en tensión, medidas entre el punto más próximo con tensión y cualquier parte extrema del cuerpo del operario o de las herramientas por el utilizadas, las que siguen:

    - Tensiones desde 1 a 18 KV: 0,50 m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001102
VISADO

- Tensiones mayores de 18 KV hasta 35 KV: 0,70 m. o Tensiones mayores de 35 KV hasta 80 KV: 1,30 m.
- Tensiones mayores de 80 KV hasta 140 KV: 2,00 m.
- Tensiones mayores de 140 KV hasta 250 KV: 3,00 m.
- Tensiones desde 1 a 250 KV: 4,00 m.

- En la zona de obra que interfiera con una línea de alta tensión, se montarán los pórticos de protección, manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 4 m.
- Si esta distancia de 4 m no permitiera mantener por debajo del dintel el paso de vehículos, se atendrá a la tabla dada anteriormente.
- Para el caso que hay que atravesar por debajo de la catenaria, la distancia media en todas las direcciones, y más desfavorable, el dintel a los conductores de contacto no será inferior a 0,50 m. Se fijará el dintel, manteniendo los mínimos dichos, lo más bajo posible, pero de tal manera que permita el paso de vehículos de obra.
- Los trabajos en instalaciones de alta tensión se realizarán siempre por general especializado, y al menos por dos personas, para que puedan analizarse. Las obligaciones de estos trabajadores serán:
  - Tener conocimientos de electricidad.
  - Tener especialistas en trabajos eléctricos.
  - Tener conocimiento de la instalación en la que vayan a trabajar.
  - Disponer de capacidad de apreciar los viajes previsibles y las precauciones a adoptar.
  - Tener aptitud para determinar la viabilidad de los trabajadores.

Todo trabajo en una instalación eléctrica de alta tensión, o en su proximidad, que conlleva un riesgo eléctrico deberá efectuarse, siempre que sea posible, sin tensión:

La operación de descargo y reposición de tensión, la derivarán a cabo trabajadores autorizados (entendiendo como tal aquel trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, según su capacidad para hacerlos de forma correcta), que deberán estar cualificados u operar bajo la supervisión de un trabajador cualificado, y disponer de instrucciones escritas con el procedimiento de trabajo.

La operación de descarga se efectuará siguiendo el proceso que se describe a continuación, salvo que existen razones esenciales para hacerlo de otra forma. Son cinco etapas:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013302

1. DESCONECTAR

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las Fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

2. PREVENIR CUALQUIER POSIBLE ALIMENTACIÓN

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación en la zona de trabajo deben asegurarse contra cualquier posible realimentación,

Deberá colocarse una señalización donde sea necesaria para prevenir maniobras peligrosas.

Cuando se utilicen dispositivos, telemandos, deberá impedirse la maniobra local de éstos: los sistemas de transmisión y enclavamiento eléctrico utilizados para ello deberán ser fiables.

3. VERIFICAR LA AUSENCIA DE TENSIÓN

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. Cuando se utilice un dispositivo de verificación independiente, no incorporado a la instalación, su funcionamiento deberá comprobarse inmediatamente antes del uso.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que interacciones directamente con los conductores (pincha-cables o similares), o se emplearán otros métodos equivalentes, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los interruptores de puesta a tierra de un telemando utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

4. PONER A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO TODAS LAS POSIBLES FUENTES DE TENSIÓN

En las instalaciones de alta tensión y en las de baja tensión que, por su proximidad a otras líneas o instalaciones, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión, las partes de la instalación donde vaya a trabajarse deberán ponerse a tierra y cortocircuito.

Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo; si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.

Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial o en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo; cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los interruptores de un telemando utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. PROTEGER FRENTE A LOS ELEMENTOS PRÓXIMOS EN TENSIÓN Y ESTABLECER UNA SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD PARA DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que no puedan dejarse sin tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo.

La reposición de la tensión sólo comenzará, una vez finalizado el trabajo, después de que se haya retirado todos los trabajadores que no resulten indispensables y que se hayan recogido las herramientas y equipos utilizados para el trabajo.

- El proceso de reposición de la tensión comprenderá:
  - La retirada, si la hubiera, de la señalización que indica el descargo de la zona.
  - La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.
  - El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
  - El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

- Para la reposición de fusibles de alta tensión se seguirán los siguientes pasos:

  1. Para la extracción e inserción de fusibles se realizará previamente el descargo a ambos lados del fusible, comenzándose por el lado de la fuente de tensión, salvo cuando las características particulares de la instalación hagan más seguro proceder en sentido inverso.

  2. El descargo y la posterior reposición de la tensión se realizarán de acuerdo con las disposiciones generales establecidas para estas operaciones. Sin embargo, la puesta a tierra y en cortocircuito no será obligatoria, si los medios de corte visible están a ambos lados del fusible y a la vista del operario, no existe posibilidad de cierre imprevisto y la extracción e inserción del fusible se realiza utilizando un elemento de protección que asegure el aislamiento eléctrico del trabajador.

  3. Si los fusibles están directamente conectados al primario de un transformador, el descargo de ese lado del fusible se realizará efectuando y asegurandola separación entre el secundario y la carga, verificando la ausencia de tensión en todos los bornes del transformador y poniendo el primario a tierra y en cortocircuito.

  4. 4. La reposición de fusibles la realizarán trabajadores autorizados, sin embargo, cuando para efectuar el descargo se requiera la colocación de equipos manuales de puesta a tierra y en cortocircuito, esta operación deberá ser realizada por trabajadores cualificados o bajo su supervisión.

- En trabajos y maniobras en seccionadores e interruptores, se seguirán las siguientes normas:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

1. Para el aislamiento del personal se emplearán los siguientes elementos:

   - Pértiga aislamiento.
   - Guantes aislantes.
   - Banqueta aislante.

2. Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo.

3. En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen cuando proceda, que no puede maniobrarse.

- En los trabajos y maniobras en transformadores, se actuará como sigue:

  1. El secundario del transformador deberá estar siempre cerrado o en cortocircuito, cuidando que nunca quede abierto.

  2. Si se manipulan aceites se tendrán a mano los elementos de extinción. Si el trabajo es en celda con instalación fija contra incendios, estará dispuesta para su accionamiento manual. Cuando el trabajo se efectúe en el propio transformador estará bloqueada para evitar que su funcionamiento imprevisto pueda ocasionar accidentes a los trabajadores situados en su cuba.

  Una vez separado el condensador o una batería de condensadores estáticos de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos, deberán ponerse en cortocircuito y a tierra, esperando lo necesario para su descarga.

- En los alternadores, motores síncronos, dinamos y motores eléctricos, en el interior de una máquina, se comprobará lo que sigue:

  1. Que la máquina está parada.

  2. Que las bombas de salida están en cortocircuito y a tierra.

  3. Que la protección contra incendios está bloqueada.

  4. Que están retirados los fusibles de la alimentación del rotor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina

  5. Que la atmósfera no es inflamable o explosiva.

- Quedará prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación de alta tensión antes de dejar sin tensión los conductores y aparatos contenidos en ellas. Recíprocamente, se prohíbe dar tensión sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

- Sólo se restablecerá el servicio de una instalación eléctrica de alta tensión, cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando en ella.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.coitim.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00133102

- Las operaciones que conducen a la puesta en servicio se harán en el orden que sigue:

  1. En el lugar de trabajo, se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo, después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha concluido.

  2. En el origen de la alimentación recibida la comunicación de que ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

- Cuando por necesidades de la obra sea preciso montar equipos de alta tensión, tales como línea de alta tensión y transformador de potencia, necesitando darles tensión, se pondrá el debido cuidado en cumplir el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y especialmente sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIERAT 09 y 13.

### 3.9.5 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA TRABAJADORES

Según el plazo estimado, se considera un número máximo de operarios en los momentos punta de 100.

#### 3.9.5.1 SERVICIOS HIGIÉNICOS

Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable, vestuarios, lavabos y retretes. La superficie por trabajador contratado será de 2 m$^2$ por lo que serán necesarios un total de 100 m$^2$ para estas instalaciones.

| Concepto | Unidades por normativa | Necesidades |
|---|---|---|
| W.C. | 1 ud / 25 operarios | 4 |
| Lavabos | 1 ud / 10 operarios | 20 |
| Duchas | 1 ud / IO operarios | 20 |
| Espejos | 1 ud / 25 operarios | 4 |

Las cabinas de inodoro estarán dotadas de taza y portarrollos con papel higiénico. Cerradas mediante puertas rasgadas y montadas a 50 cm. del pavimento para permitir el auxilio en caso de accidentes (lipotimias, mareos, resbalones, etc.); cada cabina se cerrará con cerrojillo simple. Para el suministro de agua caliente sanitaria se instalará un calentador eléctrico.

Las cabinas de ducha estarán dotadas de plato de ducha, grifería hidromezcladora caliente-fría y alcachofa rociadora fija. Se cerrarán mediante puertas rasgadas montadas a 50 cm del pavimento para permitir el auxilio en caso de accidentes (lipotimias, mareos, resbalones, etc.) y cada cabina se cerrará con cerrojillo simple. Los lavabos estarán dotados de grifería hidromezcladora caliente - fría.

#### 3.9.5.2 VESTUARIO

El vestuario albergará los asientos necesarios, taquillas metálicas individuales, con llave para guardar los efectos personales de los trabajadores, y bancos con capacidad para 5 personas. Tendrá ventilación directa al exterior facilitada por las ventanas del local, calefacción en invierno e iluminación eléctrica.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00302
VISADO

### 3.9.6 ASISTENCIA SANITARIA Y ACCIDENTES

#### 3.9.6.1 BOTIQUÍN DE OBRA

Se dispondrá de 1 botiquín portátil de urgencia; se realizará una revista semanal, reponiendo lo encontrado a faltar.

El contenido previsto de cada botiquín es:

- Agua Oxigenada.
- Alcohol de 96°.
- Tintura de Yodo.
- Mercurocromo o Povidona iodada (Betadine o similar).
- Amoníaco.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo.
- Antiespasmódicos y Tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquetes.
- Bolsas de goma para agua o hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Agujas para inyectables desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

#### 3.9.6.2 ACCIDENTES

##### 3.9.6.2.1 Acciones a seguir en caso de accidente laboral

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control.

Por ello, es posible que, pese a todo el esfuerzo desarrollado y nuestra intención preventiva, se produzca algún fracaso. Se marcan los siguientes puntos, que han de servir de pauta en el caso de registrarse un accidente:

1. El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

2. En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

3. En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.

4. El Contratista, instalará una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m, de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.; este rótulo contendrá como mínimo los datos del cuadro siguiente (a modo de ejemplo a rellenar por el CONTRATISTA):

| EN CASO DE ACCIDENTE GRAVE ACUDIR A: | |
|---|---|
| **Nombre del centro asistencial:** | Hospital Rio Carrión |
| **Dirección:** | Avenida Donantes de Sangre, s/n, 34005, Palencia |
| **Teléfono:** | 979167000 |

*Tabla 10: Datos de asistencia para casos de accidente grave.*

| EN CASO DE ACCIDENTE LEVE ACUDIR A: | |
|---|---|
| **Nombre del centro asistencial:** | Centro de Salud de Paredes de Nava |
| **Dirección:** | Carretera Circunvalación 22, 34300, Paredes de Nava, Palencia |
| **Teléfono:** | 979830446 |

5. El Contratista instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra: acceso a la obra en sí; en la oficina de obra; en el vestuario aseo del personal; en el comedor y en tamaño hoja DIN-A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios.

### 3.9.6.2.2 Comunicación inmediata en caso de accidente laboral

El Contratista queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro explicativo siguiente, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia:

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL: |
|---|
| **Accidentes de tipo leve.**<br><br>Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uro de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.<br><br>A la Dirección Facultativa de la obra: de todos y de cada uno de elice, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.<br><br>A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales. |
| **Accidentes de tipo grave.**<br><br>Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.<br><br>A la Dirección Facultativa de la otra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.<br><br>A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales. |
| **Accidentes mortales.**<br><br>Al juzgado de guardia: para que pueda procederse levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.<br><br>Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.<br><br>A la Dirección Facultativa de la obra: de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.<br><br>A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales. |

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

### 3.9.7 ACCESOS Y SEÑALIZACIÓN

Los accesos a obra serán señalizados con advertencia de:

- "Zona de obras".
- "Prohibido el paso a personas no autorizadas a la obra".
- "Obligatorio el uso de casco".
- En la confluencia de accesos con las vías públicas se colocarán señales de:
    - "STOP"

Se comprobará periódicamente el estado de la señalización, reponiéndola en caso de haber desaparecido y retirándola cuando ya no sea necesaria.

Cuando afectemos a vías públicas, solicitaremos, con suficiente antelación, la autorización pertinente de los Organismos propietarios, adoptando las medidas que a tal efecto prescriban.

### 3.9.8 SERVICIOS AFECTADOS

Si durante la realización de trabajos en la obra se detectan algunas interferencias (líneas eléctricas, gas, agua, teléfonos), se acordonará la zona y se solicitará a la Compañía instaladora, por escrito, proceder a la desviación de la/s misma/s.

#### 3.9.8.1 LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

Las medidas de seguridad que deberemos tomar en el supuesto de interferencia con las obras son las siguientes:

- Se solicitará a la Compañía Suministradora, por escrito, proceder al descargo, su desvío, o en caso necesario, su elevación. En el caso de que no se pueda realizar lo anterior se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo en tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero o de la máquina, considerando siempre, la situación más desfavorable.
- Los criterios preventivos que pueden aplicarse y que están recogidos en muchas publicaciones especializadas, dan como distancia mínima de seguridad, las siguientes:
    - 3 m para T < 66.000 V
    - 5 m para T > 66.000 V.
- La distancia de seguridad mínima es función de la tensión de la línea y del alejamiento de los soportes de ésta. Cuando aumenta la temperatura los conductores se alargan y por este hecho disminuye la distancia con respecto al suelo.
- Esta puede reducirse en varios metros en caso de fuerte aumento de la temperatura. El viento provoca, a su vez, un balanceo de los conductos, cuya amplitud también puede alcanzar varios metros.

##### 3.9.8.1.1 Recomendaciones a observar en caso de accidente

###### *3.9.8.1.1.1 Caída de línea*

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro hasta que un especialista compruebe que la línea está sin tensión.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº G11102
VISADO

No se debe tocar a las personas en contacto con líneas eléctricas en carga. En al caso de estar seguros de que se trata de una línea de baja tensión se intentará separar al accidentado mediante elementos no conductores, sin tocarle directamente.

#### *3.9.8.1.1.2 Accidentes con máquinas*

En el caso de contacto con líneas eléctricas con máquinas de excavación, transportes, etc., deben observarse las siguientes normas:

- El conductor maquinista: (estas recomendaciones se entregarán por escrito con acuse de recibo)

  - Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
  - Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre del riesgo de electrocución.
  - Intentará retirar la máquina de la zona de contacto con la línea y situarla fuera de las áreas peligrosas.
  - Advertirá a las personas que allí se encuentren, que no deben tocar la máquina.
  - No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si lo hace antes, el conductor entra en el circuito línea-máquina-suelo y está expuesto a electrocutarse.
  - Si es imposible separar la máquina, y en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los métodos habituales, sino que saltará lo más lejos posible evitando tocar ésta.

#### *3.9.8.1.1.3 Normas generales de actuación*

- No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
- Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos.
- Advertir a las otras personas amenazadas para que no toquen la máquina o la línea y que no efectúen actos imprudentes.

### 3.9.8.1.2 Bloqueos y barreras de protección

Para las máquinas, como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalizarán las zonas que no deben traspasar y, para ello, se interpondrán barreras que impidan todo contacto con las partes en tensión:

- Estas barreras deben fijarse de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales.
- Las barreras de protección son construcciones formadas, generalmente, por soportes colocados verticalmente y cuyo pie está sólidamente afincado en el suelo, arriostrados por medio de cables, unido por largueros o tablas.
- Los largueros o las tablas deben de impedir el acceso a la zona peligrosa.
- El espacio vertical máximo entre los largueros o las tablas no debe sobrepasar de 1,00 m.
- El lugar de colocar los largueros o las tablas, se pueden utilizar cables de retención provistos de la adecuada señalización.
- Los cables deben estar siempre bien tensos. El espacio vertical entre los cables de retención no debe ser superior a 0,50 m.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 001300
VISADO

- La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la zona.
- Se colocarán redes cuya abertura de las mallas no sobrepase los 6 cm entre los largueros, las tablas o los cables de retención, para evitar que elementos metálicos de andamios, hierros de armadura, etc. puedan penetrar en la zona de riesgo.

#### 3.9.8.1.3 Paso bajo líneas aéreas en tensión

La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas debe estar delimitada por barreras de protección, indicadoras del gálibo máximo permisible de seguridad.

- Las barreras de gálibo generalmente están compuestas por dos largueros colocados verticalmente, sólidamente anclados, unidos a la altura de paso máximo admisible por un larguero horizontal.
- En lugar del larguero horizontal, se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalización.
- Deben colocarse barreras de protección en cada lado de la línea aérea. Su alejamiento de la zona peligrosa viene determinado por la configuración de lugares bajo la línea aérea (depresiones de terreno o terraplenes).
- La altura de paso máximo debe de ser señalada por paneles apropiados fijados a la barrera de protección.
- Las entradas de paso deben señalarse en los dos lados.

### 3.9.8.2 LÍNEAS ELÉCTRICAS ENTERRADAS

Antes de comenzar los trabajos en obras con posibles interferencias de líneas eléctricas enterradas, es recomendable atender a las siguientes normas:

- No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.
- Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el peso de la maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.
- Utilizar detectores de campo capaces de indicarnos trazado y profundidad del conductor.
- Emplear señalización indicativa del riesgo, siempre que sea posible, indicando la proximidad de la línea en tensión y su área de seguridad.
- A medida que los trabajos siguen su curso se velará porque se mantengan en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.
- Informar a la Compañía propietaria inmediatamente, si un cable sufre daño.
- Conservar la calma y alejar a todas las personas para evitar riesgos que puedan ocasionar accidentes.

#### 3.9.8.2.1 Normas básicas de realización de los trabajos

No utilizar picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos “arcillosos” donde pueden estar situados cables subterráneos.

- Si se conoce perfectamente su trazado y profundidad: Si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión) se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m de conducción (salvo que previamente de conformidad con la Compañía propietaria, nos hubiera sido autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

- Si no se conoce exactamente el trazado, la profundidad y la protección: Se podrá excavar con máquina hasta 1,00 m de conducción, a partir de esta cota y hasta 0,50 m se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y, a partir de aquí, pala manual.

Con carácter general, en todos los casos, en los que la conducción quede al aire, se suspenderá o apuntalará, se evitará igualmente que pueda ser dañada accidentalmente por maquinaria, herramientas, etc., así como si el caso lo requiere, obstáculos que impidan el acercamiento. Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos en el interior de zanjas, pozos, etc., se tendrá en cuenta, como principales medidas de seguridad, el cumplimiento de las cinco reglas siguientes:

- Descargo de la línea.
- Bloqueo contra cualquier alimentación.
- Comprobación de la ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación.

Estas medidas de seguridad se realizarán siguiendo el orden de arriba abajo.

En la actualidad existen unos aparatos llamados “detectores de campo”, capaces de indicarnos el trazado y la profundidad de la línea. La precisión de estos aparatos es función de su sensibilidad y de la tensión del conductor.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.9.8.3 CONDICIONES SUBTERRÁNEAS

#### 3.9.8.3.1 Obras de drenaje y excavaciones para conducciones subterráneas

##### *3.9.8.3.1.1 Normas de actuación*

- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Las tierras procedentes de excavación, así como los acopios de materiales, se situarán a distancia conveniente del borde de esta.
- Las zanjas y pozos se entibarán cuando su profundidad y/o la naturaleza del terreno así lo exijan.
- El acceso a zanjas y pozos se hará por escaleras, que sobresaldrán 1 m. como mínimo por encima de la excavación.

##### *3.9.8.3.1.2 Revisión*

- Las propias de la maquinaria y medios auxiliares.
- Estado del terreno en excavación.

##### *3.9.8.3.1.3 Control de seguridad en zanjas*

Se estudiará:

- Las condiciones del suelo.
- La proximidad de los edificios, instalaciones de servicio público, carretera de mucho tráfico y cualquier otra fuente de vibración.
- Si el suelo ha sido alterado de alguna forma.
- Proximidad de arroyos, alcantarillas antiguas, cables enterrados, etc.
- Equipos de protección personal, materiales de apuntalamiento, letreros, barricadas, luces, maquinaria, etc.

Mientras se excava, se observará:

- Si cambian las condiciones del suelo, especialmente después de haber llovido.
- Si las condiciones indican algo de oxígeno o gas en la zanja.
- Las condiciones de apuntalamiento y si es adecuado según avanza la obra.
- La manera de entrar o salir de la excavación.
- Cambios en el movimiento de vehículos: se mantendrán los camiones lejos de los muros de la excavación.
- Que el material excavado esté a más de 2 m. de los bordes de la zanja.
- Colocación de los equipos pesados o tuberías.
- Que los trabajadores conocen los procedimientos apropiados y seguros, que no se exponen pasando por alto estas verificaciones.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

### 3.9.8.4 CONDUCCIONES DE AGUA

#### 3.9.8.4.1 Normas de seguridad

Cuando haya que realizar trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán las medidas que eviten que accidentalmente se dañen estas tuberías y, en consecuencia, se suprima el servicio, estas son:

##### *3.9.8.4.1.1 Identificación*

En caso de no ser facilitados por la Dirección Facultativa planos de los servicios afectados, se solicitarán a los Organismos encargados a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. (Se dispondrá en lugar visible, teléfono y Dirección de estos Organismos).

##### *3.9.8.4.1.2 Señalización*

Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

##### *3.9.8.4.1.3 Recomendaciones en ejecución*

Es aconsejable no realizar excavaciones con máquinas a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala normal.

Una vez descubierta la tubería, caso que la profundidad de la excavación será superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión. En tramos de excesiva longitud, se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

Se instalarán sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera.

Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la Compañía Instaladora.

No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.

Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.

##### *3.9.8.4.1.4 Actuaciones en caso de rotura o fuga en la canalización*

Comunicar inmediatamente con la Compañía Instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

### 3.9.8.5 TRÁFICO RODADO

En aquellos puntos donde se afecten a vías de uso público, bien mediante desvíos, bien mediante cortes con paso alternativo, se empleará la señalización indicada en la norma vigente, recurriendo a señalistas si el caso lo demanda.

De esta manera, se colocarán señalizaciones, balizamiento, protección, además de un vigilante que regule el paso, si así se requiriera.

### 3.9.8.6 TUBERÍAS DE GAS

No se prevé la existencia de tuberías de gas en la zona de las obras.

## 3.9.9 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del estudio de seguridad y salud, el contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio.

En el caso de planes de seguridad y salud elaborados en aplicación del estudio de seguridad y salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra. En relación con los puestos de trabajo en la obra, el plan de seguridad y salud en el trabajo a que se refiere este artículo constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva a las que se refiere el capítulo II del Real Decreto por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa en los términos del apartado 2. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Asimismo, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la Dirección Facultativa.

## 3.9.10 MEDICIÓN Y ABONO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La medición de las distintas partidas que constituyen el Artículo de Seguridad y Salud efectuará periódicamente por fracciones de cada unidad, evaluadas a juicio del Ingeniero Director de acuerdo con la marcha de los trabajos.

Si en algún mes o parte de él las medidas de Seguridad y Salud adoptadas son consideradas insuficientes por la Dirección Facultativa, no se abonará la parte del precio correspondiente, no recuperándose posteriormente.

Las medidas de protección adicionales que puedan resultar aconsejables o impuestas por la Dirección de obra o por otras instancias competentes, no será objeto de abono independiente, considerándose repercutidas en los diferentes conceptos de varios y medios auxiliares y en costes indirectos.

Se abonarán a los precios que para cada unidad figuren en el Cuadro de Precios del Contrato. Dichos precios incluyen la instalación, mantenimiento, desmontaje, retirada, limpieza y cuantos elementos y medios auxiliares sean precisos

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS. Colegiado nº 013302
VISADO

para el fin a que están destinados, aunque no estén explícitamente citados en la descomposición del precio y, concretamente, para el cumplimiento de la vigente legislación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo, no pudiendo, por tanto, el Contratista, reclamar cantidades distintas a las indicadas.

# 4 PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presupuesto de Seguridad y Salud del presente Proyecto se resume a continuación:

## 4.1 PROTECCIONES PERSONALES

| Unidad | Descripción | Cantidad | Precio Unitario (€) | Precio Total (€) |
|---|---|---|---|---|
| Ud. | Casco de seguridad homologado | 140 | 4,51 | 631,40 |
| Ud. | Gafa antipolvo y anti-impactos | 100 | 6,76 | 676,00 |
| Ud. | Gafa sopletero | 9 | 5,71 | 51,39 |
| Ud. | Pantalla de soldador | 9 | 19,57 | 176,13 |
| Ud. | Cristal pantalla de soldador | 12 | 1,26 | 15,12 |
| Ud. | Pantalla facial | 30 | 7,36 | 220,80 |
| Ud. | Mascarilla antipolvo | 140 | 0,57 | 79,80 |
| Ud. | Protector auditivo (Tapón) | 140 | 0,33 | 46,20 |
| Ud. | Protector auditivo (Casco) | 40 | 14,72 | 588,80 |
| Ud. | Cinturón de seguridad | 40 | 17,92 | 716,80 |
| Ud. | Arnés para trabajos en altura con dispositivo anticaída móvil y línea de vida | 20 | 300,51 | 6.010,20 |
| Ud. | Mono o buzo de trabajo | 150 | 27,05 | 4.057,50 |
| Ud. | Impermeable | 150 | 31,04 | 4.656,00 |
| Ud. | Guantes dieléctricos | 20 | 30,8 | 616,00 |
| Ud. | Guantes de uso general | 150 | 2,7 | 405,00 |
| Ud. | Guantes de cuero | 20 | 3,91 | 78,20 |
| Ud. | Botas impermeables al agua y a la humedad | 40 | 21,04 | 841,60 |
| Ud. | Botas de seguridad de cuero | 40 | 27,05 | 1.082,00 |
| Ud. | Botas dieléctricas | 8 | 26,14 | 209,12 |
| Ud. | Mandil soldador | 4 | 19,83 | 79,32 |
| Ud. | Manguitos soldador | 4 | 7,82 | 31,28 |
| Ud. | Chaleco reflectante | 140 | 16,53 | 2.314,20 |
| | | | **TOTAL PROTECCIONES PERSONALES** | **23.582,86** |

*Tabla 2: Presupuesto desglosado de protecciones personales.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 4.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

| Unidad | Descripción | Cantidad | Precio Unitario (€) | Precio Total (€) |
|---|---|---|---|---|
| Ud. | Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluso colocación | 8 | 27,20 | 217,60 |
| Ud. | Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluso colocación | 4 | 5,63 | 22,52 |
| Ud. | Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluso colocación | 10 | 1,53 | 15,30 |
| Ud. | Cordón de balizamiento reflectante incluidos soportes, colocación y desmontaje | 209 | 0,39 | 81,51 |
| Ud. | Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo | 1.192 | 0,10 | 119,20 |
| Ud. | Valla autónoma metálica de contención de peatones | 100 | 9,43 | 943,00 |
| Ud. | Jalón de señalización, incluso colocación | 150 | 1,00 | 150,00 |
| Ud. | Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos | 50 | 29,15 | 1.457,50 |
| Ud. | Camión de riego, incluso conductor | 40 | 28,85 | 1.154,00 |
| Ud. | Mampara antiproyecciones | 6 | 67,63 | 405,78 |
| Ud. | Entubado excavación | 50 | 15,04 | 752,00 |
| Ud. | Mano de obra de señalización | 80 | 5,71 | 456,80 |
| Ud. | Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones | 270 | 13,82 | 3.731,40 |
| Ud. | Teléfono móvil disponible en obra, incluso conexión | 4 | 360,00 | 1.440,00 |
| Ud. | Extintor de polvo polivalente de 6 kg, incluso soporte | 6 | 214,00 | 1.284,00 |
| | **TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS** | | | **12.230,61** |

*Tabla 3: Presupuesto desglosado de protecciones colectivas.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 4.3 PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

| Unidad | Descripción | Cantidad | Precio Unitario (€) | Precio Total (€) |
|---|---|---|---|---|
| Ud. | Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc. | 6 | 75,13 | 450,78 |
| Ud. | Interruptor diferencial de alta sensibilidad (300mA), incluso instalación | 3 | 87,16 | 261,48 |
| Ud. | Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA), incluso instalación | 3 | 93,16 | 279,48 |
| | | | **TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA** | **991,74** |

*Tabla 4: Presupuesto desglosado de protecciones colectivas.*

## 4.4 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

| Unidad | Descripción | Cantidad | Precio Unitario (€) | Precio Total (€) |
|---|---|---|---|---|
| Ud. | Botiquín | 4 | 90,00 | 360,00 |
| Ud. | Reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra | 12 | 60,10 | 721,20 |
| Ud. | Reconocimiento médico obligatorio | 190 | 30,05 | 5.709,50 |
| | | | **TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS** | **6.790,70** |

*Tabla 5: Presupuesto desglosado de medicina preventiva y primeros auxilios*

## 4.5 VIGILANCIA Y FORMACIÓN

| Unidad | Descripción | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|---|---|---|---|---|
| Ud. | Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (solamente en el caso de que el Convenio Colectivo así lo disponga para este número de trabajadores | 12 | 90,15 | 1.081,80 |
| h. | Formación de seguridad e Higiene en el Trabajo | 40 | 21,04 | 841,60 |
| Ud. | Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas) | 3 | 93,16 | 279,48 |
| | | | **TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN** | **2.202,88** |

*Tabla 6: Presupuesto desglosado de medicina vigilancia y formación*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 4.6 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

| Unidad | Descripción | Cantidad | Precio Unitario (€) | Precio Total (€) |
|---|---|---|---|---|
| Ud. | Recipiente para recogida de basuras | 5 | 21,04 | 105,20 |
| Mes | Alquiler de barracón para vestuarios | 10 | 270,46 | 2.704,60 |
| Mes | Alquiler de barracón para comedor | 12 | 360,61 | 4.327,32 |
| Ud. | Taquilla metálica individual con llave | 25 | 33,06 | 826,50 |
| Ud. | Banco de madera capacidad 5 personas | 5 | 30,05 | 150,25 |
| Ud. | Radiador de infrarrojos | 2 | 39,07 | 78,14 |
| Mes | Alquiler de barracón para aseos con dos duchas, dos lavabos y un WC | 12 | 462,51 | 5.550,12 |
| h | Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones de personal | 120 | 12,02 | 1.442,40 |
| | **TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR** | | | **15.184,53** |

*Tabla 7: Presupuesto desglosado de instalaciones de higiene y bienestar*

## 4.7 RESUMEN DE PRESUPUESTO POR PARTIDAS

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS |
|---|---|---|
| **4** | **SEGURIDAD Y SALUD** | |
| 4.1 | PROTECCIONES PERSONALES | 23.582,86 € |
| 4.2 | PROTECCIONES COLECTIVAS | 12.230,61 € |
| 4.3 | PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 991,74 € |
| 4.4 | MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS | 6.790,70 € |
| 4.5 | VIGILANCIA Y FORMACIÓN | 2.202,88 € |
| 4.6 | INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | 15.184,53 € |
| | **TOTAL CAPÍTULO 04 - SEGURIDAD Y SALUD** | **60.983,32 €** |

*Tabla 8: Resumen del presupuesto del Capítulo 04.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 5 PLANOS

## 5.1 SEÑALIZACIÓN




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Equipos de balizamiento:

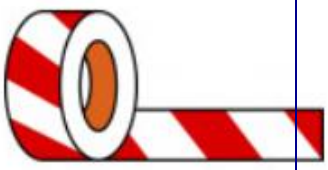




Conos, cordones, balizas y luces.



Valla desvío tráfico

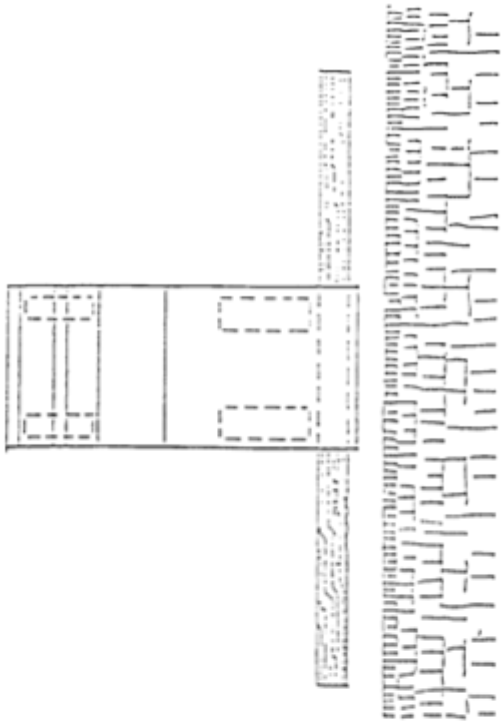


Cintas de Balizamiento

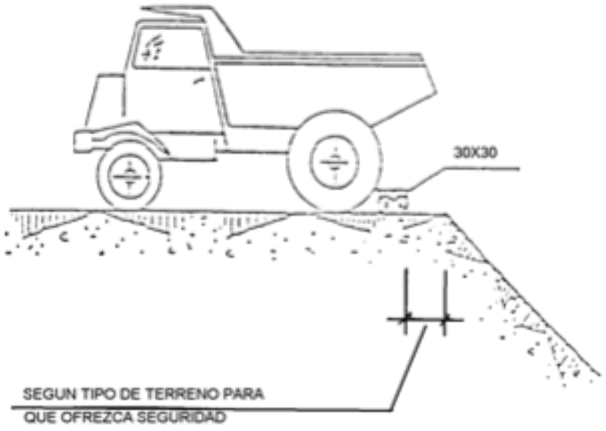
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.2 TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

- Planta:

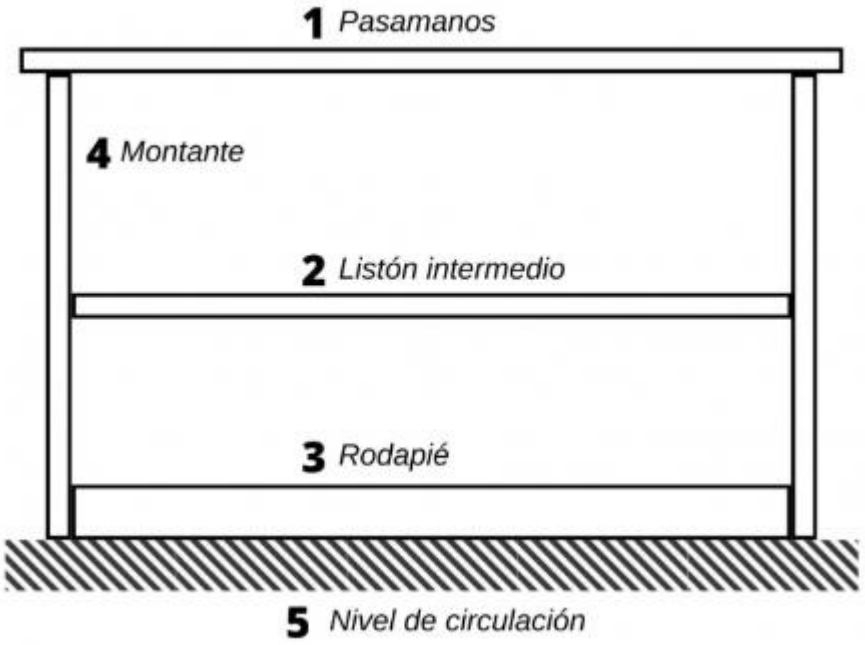


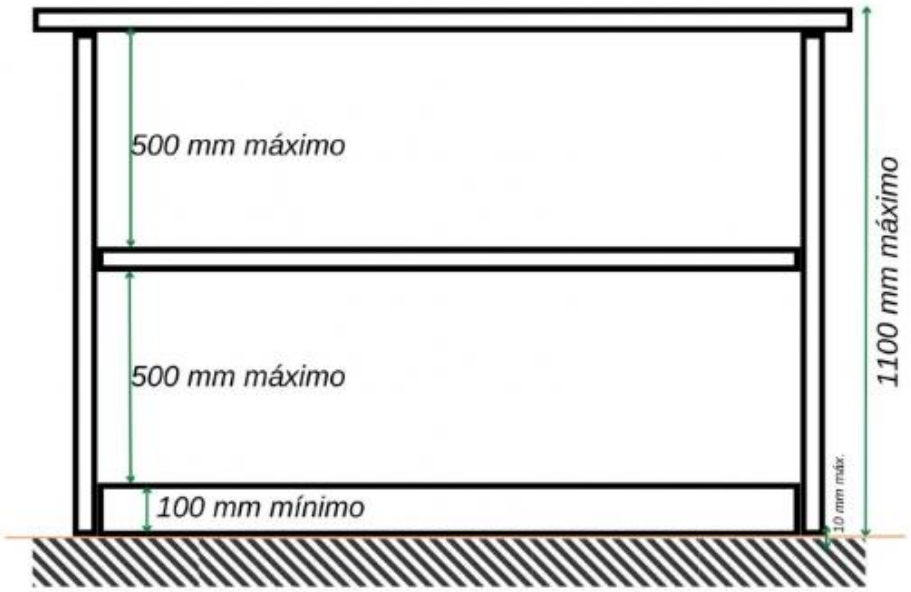
- Perfil:




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

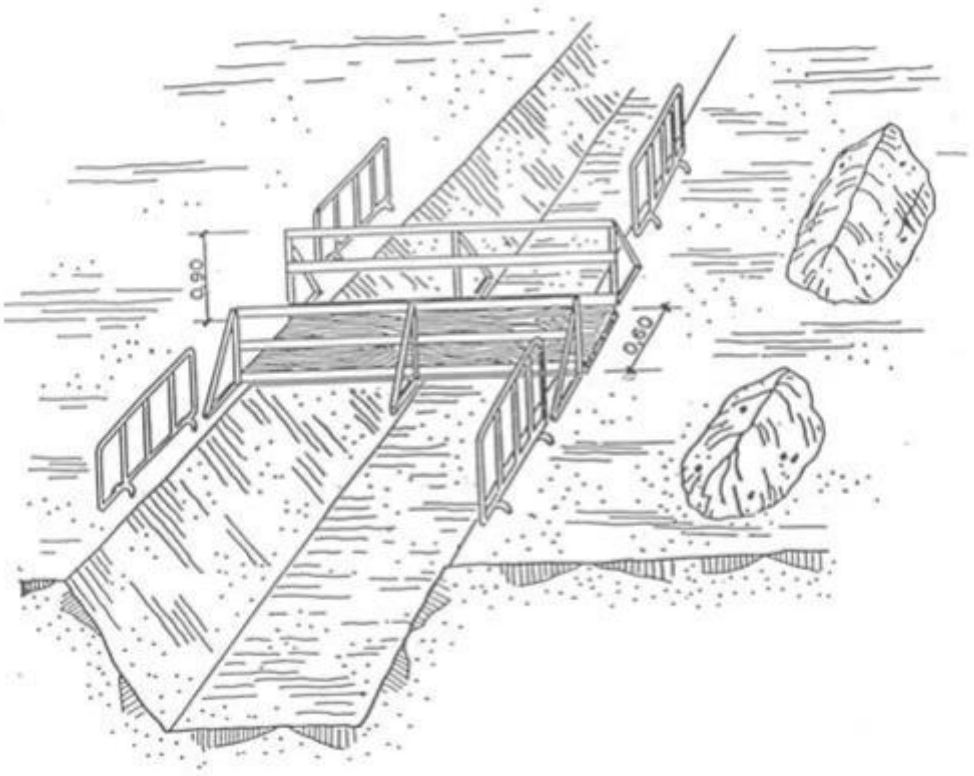
## 5.3 BARANDILLA DE PROTECCIÓN



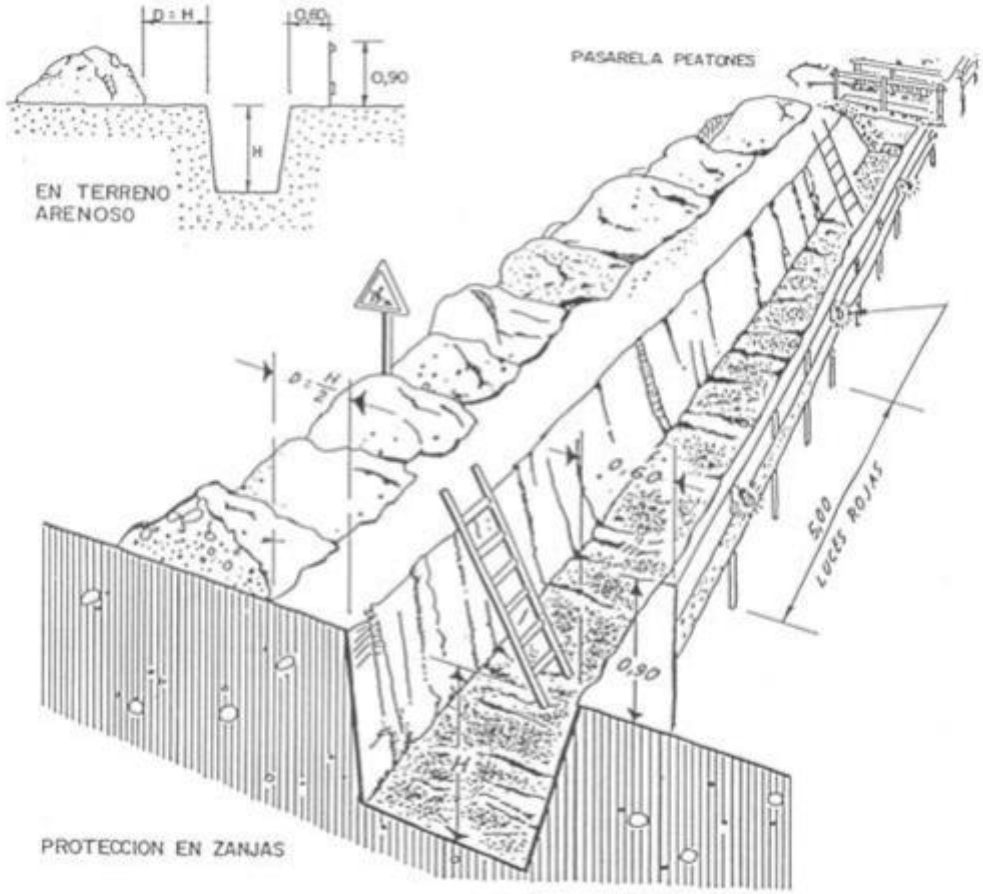

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.4 PROTECCIÓN EN ZANJAS I



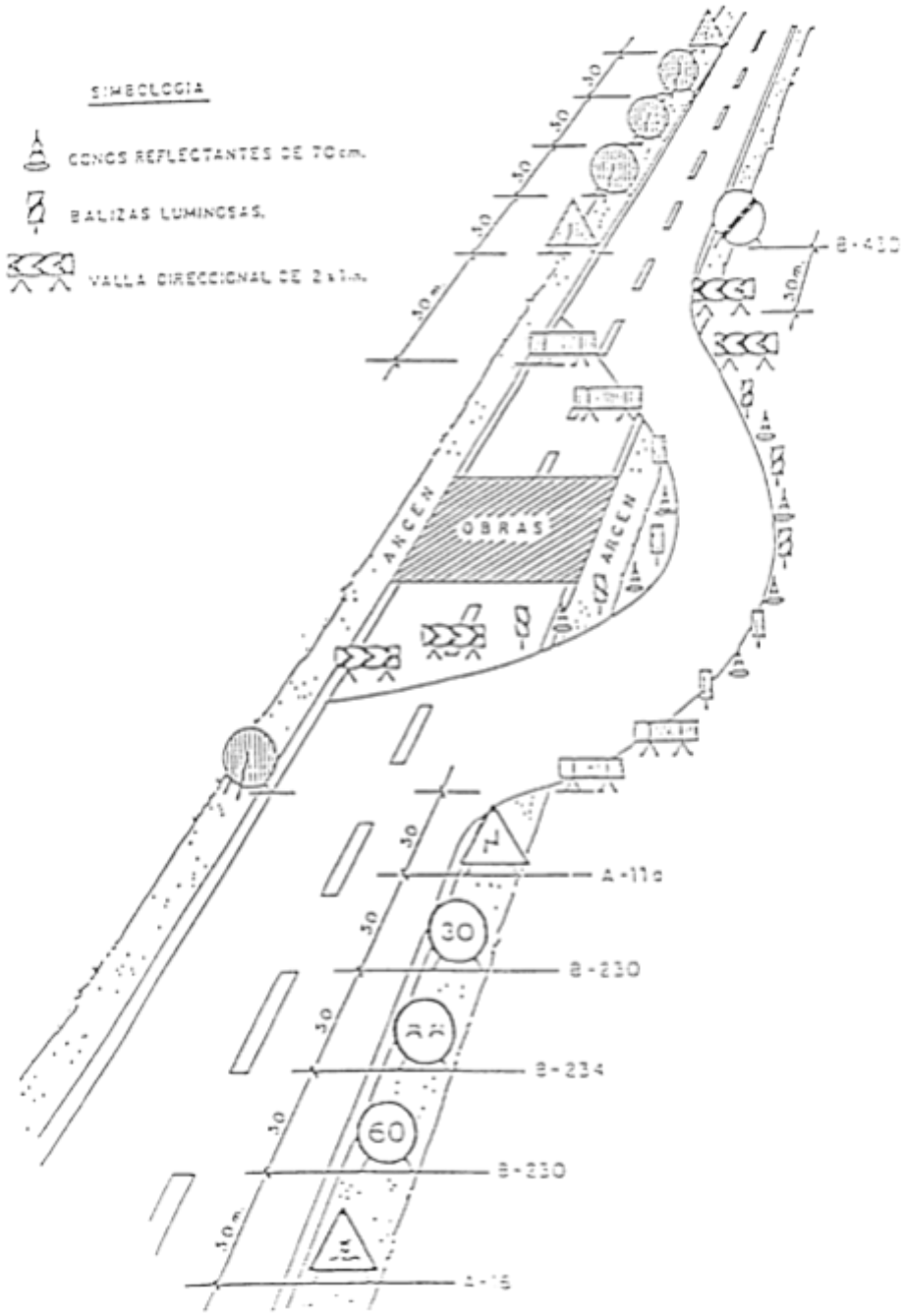

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.5 PROTECCIÓN EN ZANJAS II



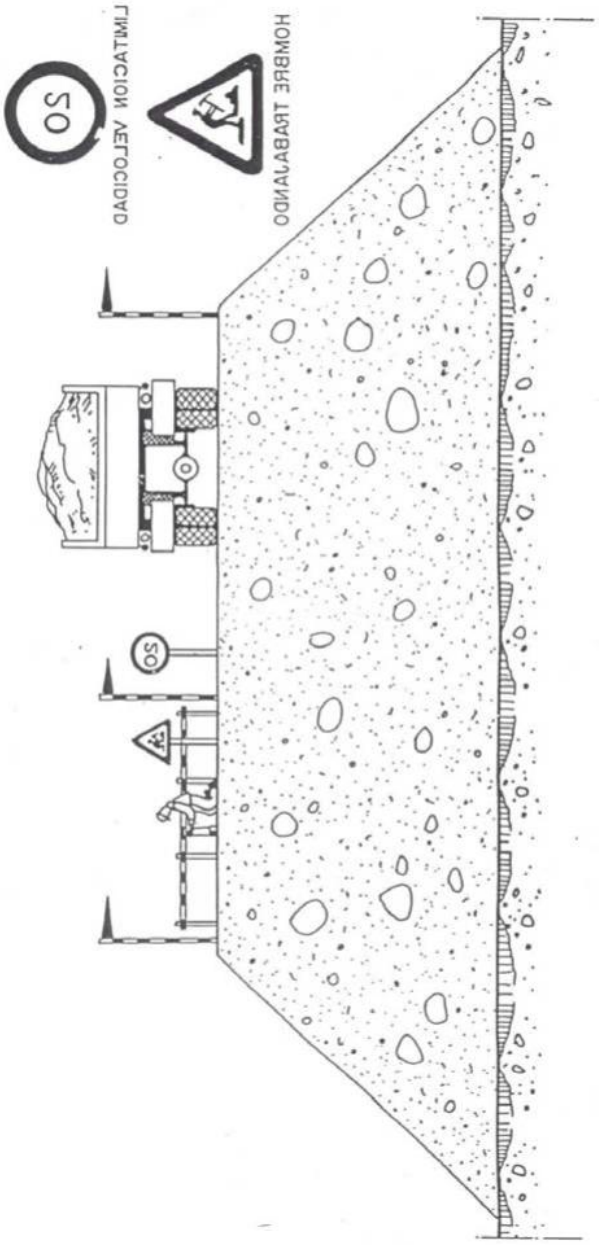

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.6 BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.7 TERRAPLENES Y RELLENOS




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.8 CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

### CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga

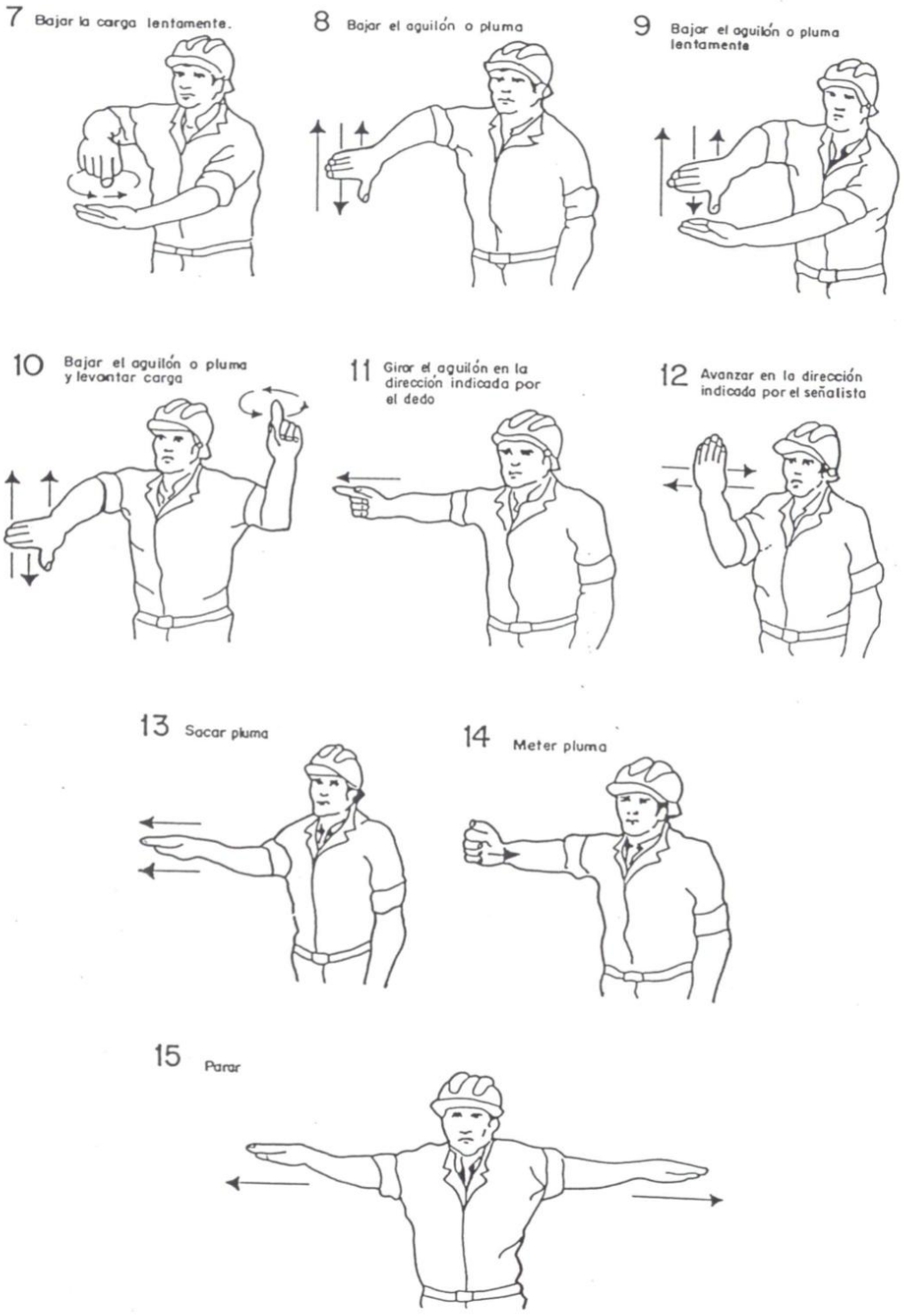


6 Bajar la carga



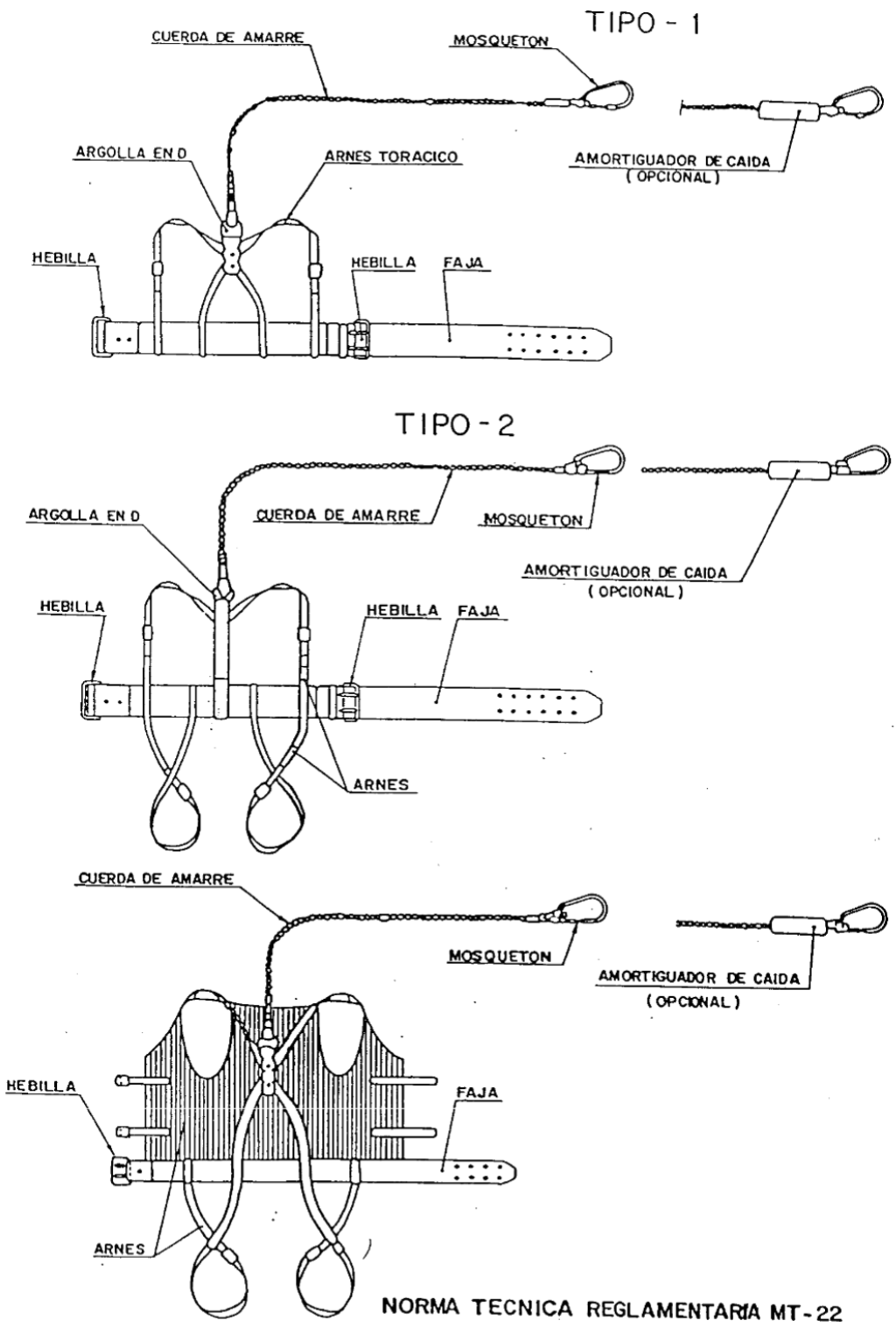
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.9 CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

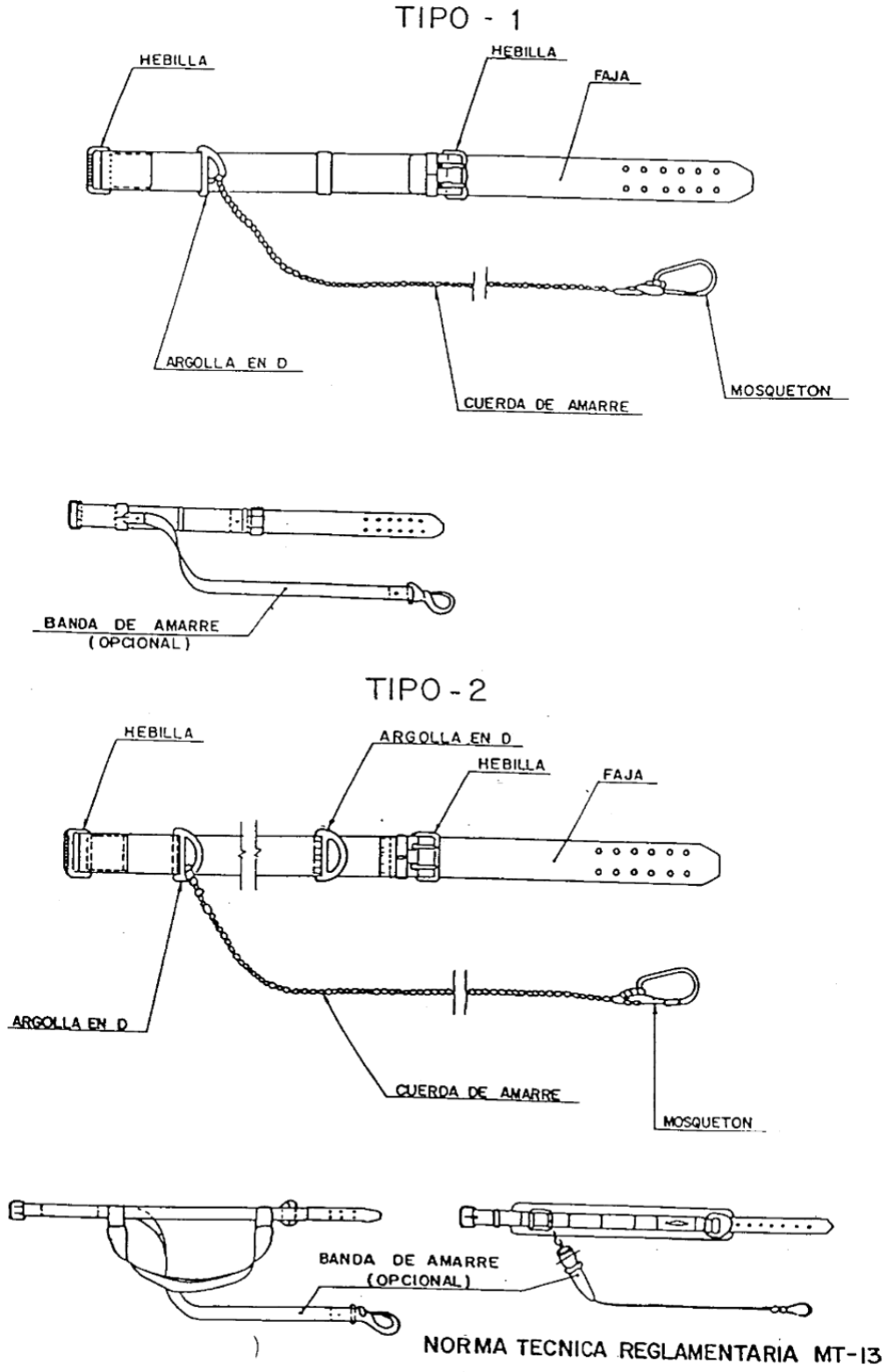
## 5.10 EQUIPOS PARA TRABAJO EN ALTURA I




NORMA TECNICA REGLAMENTARIA MT-22

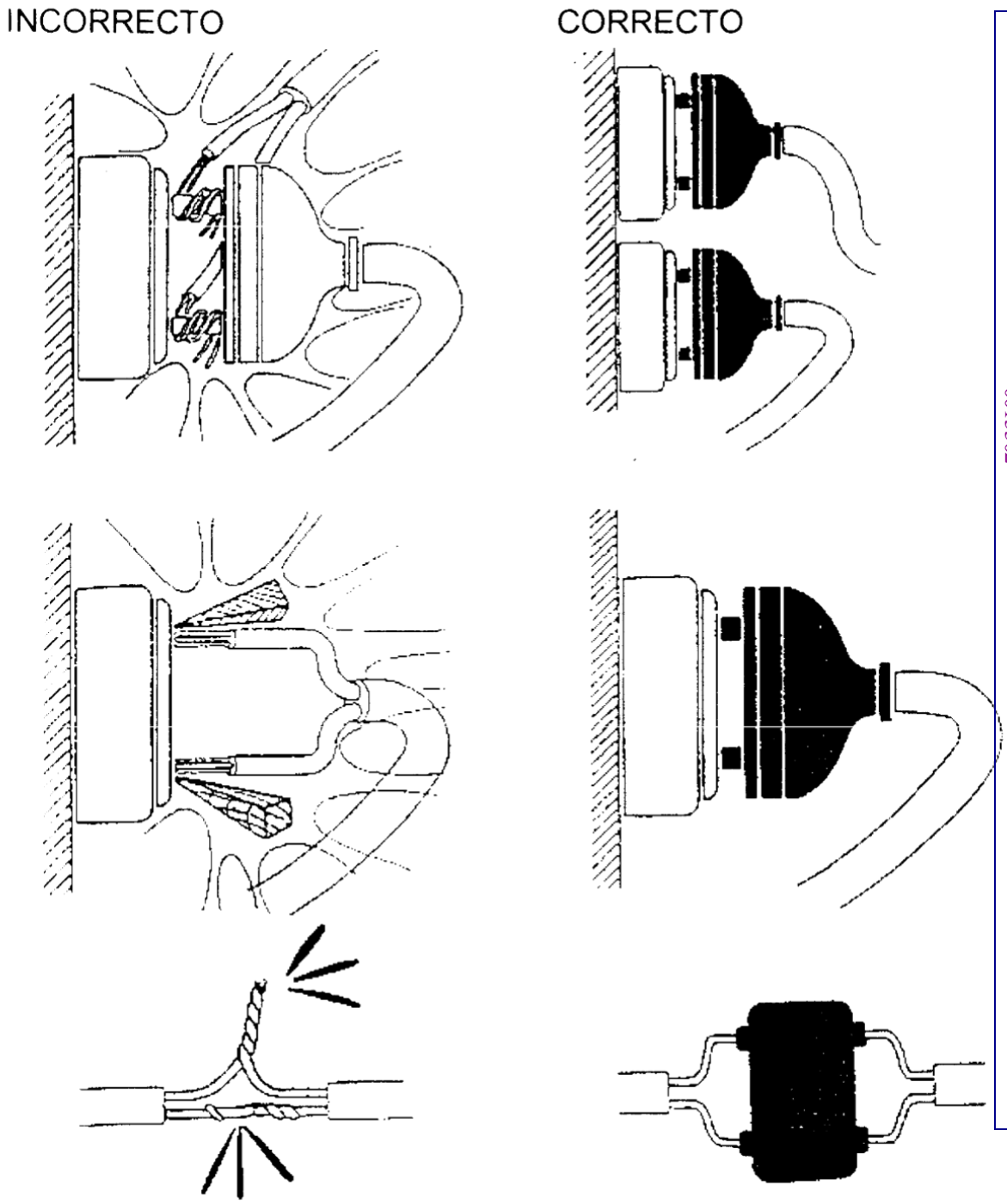
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.11 EQUIPO PARA TRABAJOS EN ALTURA II



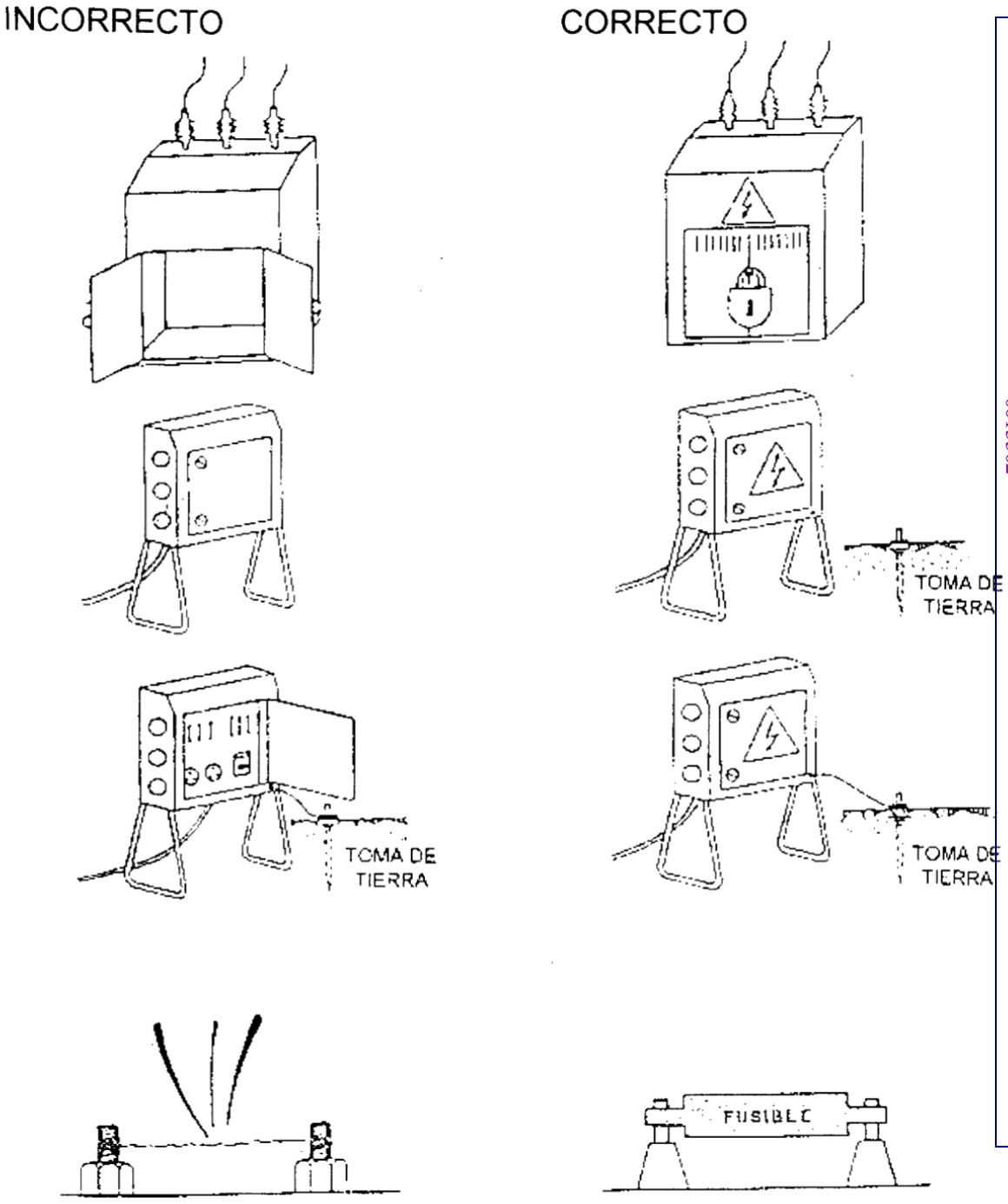

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.12 RIESGOS ELÉCTRICOS I



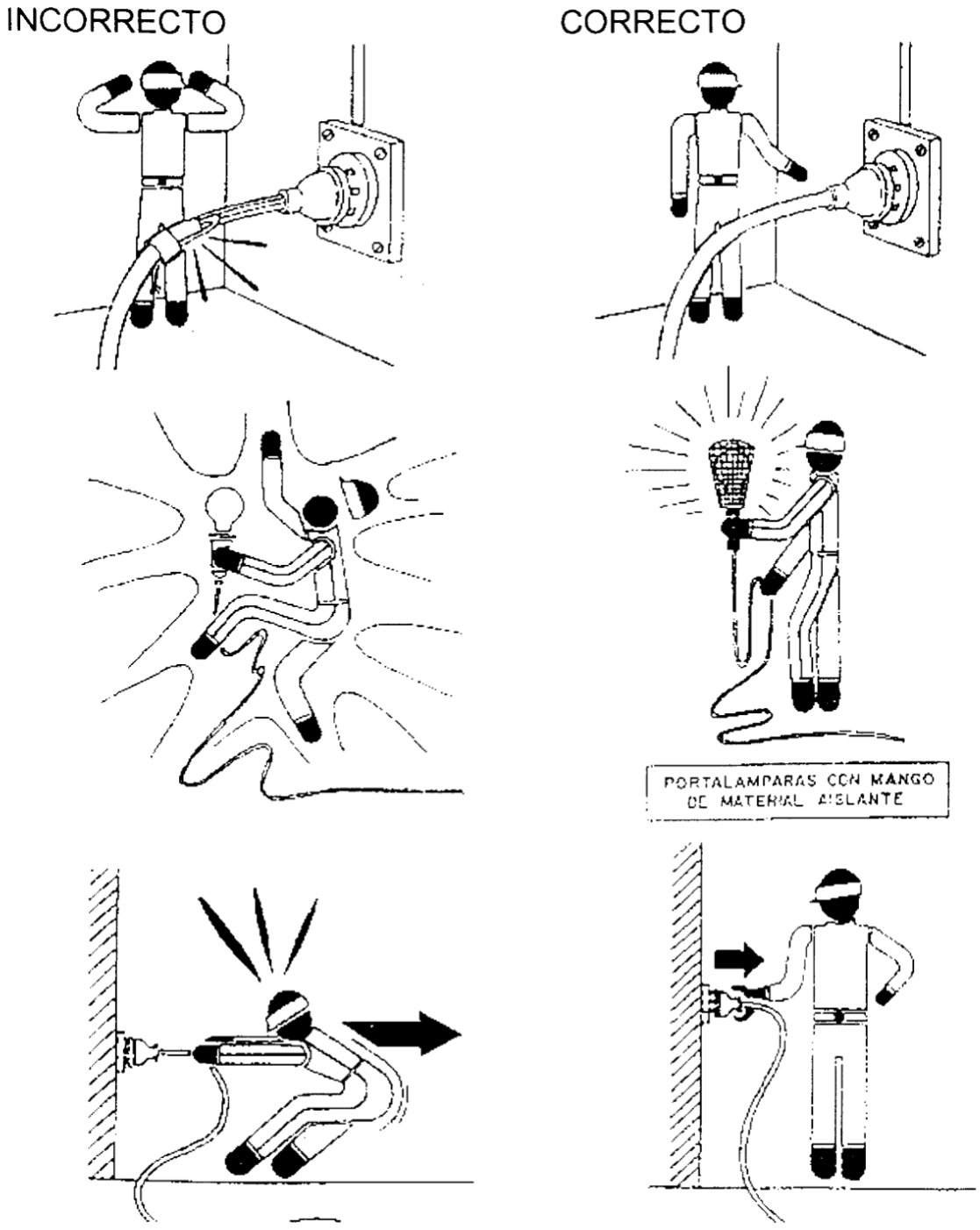

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.13 RIESGOS ELÉCTRICOS II



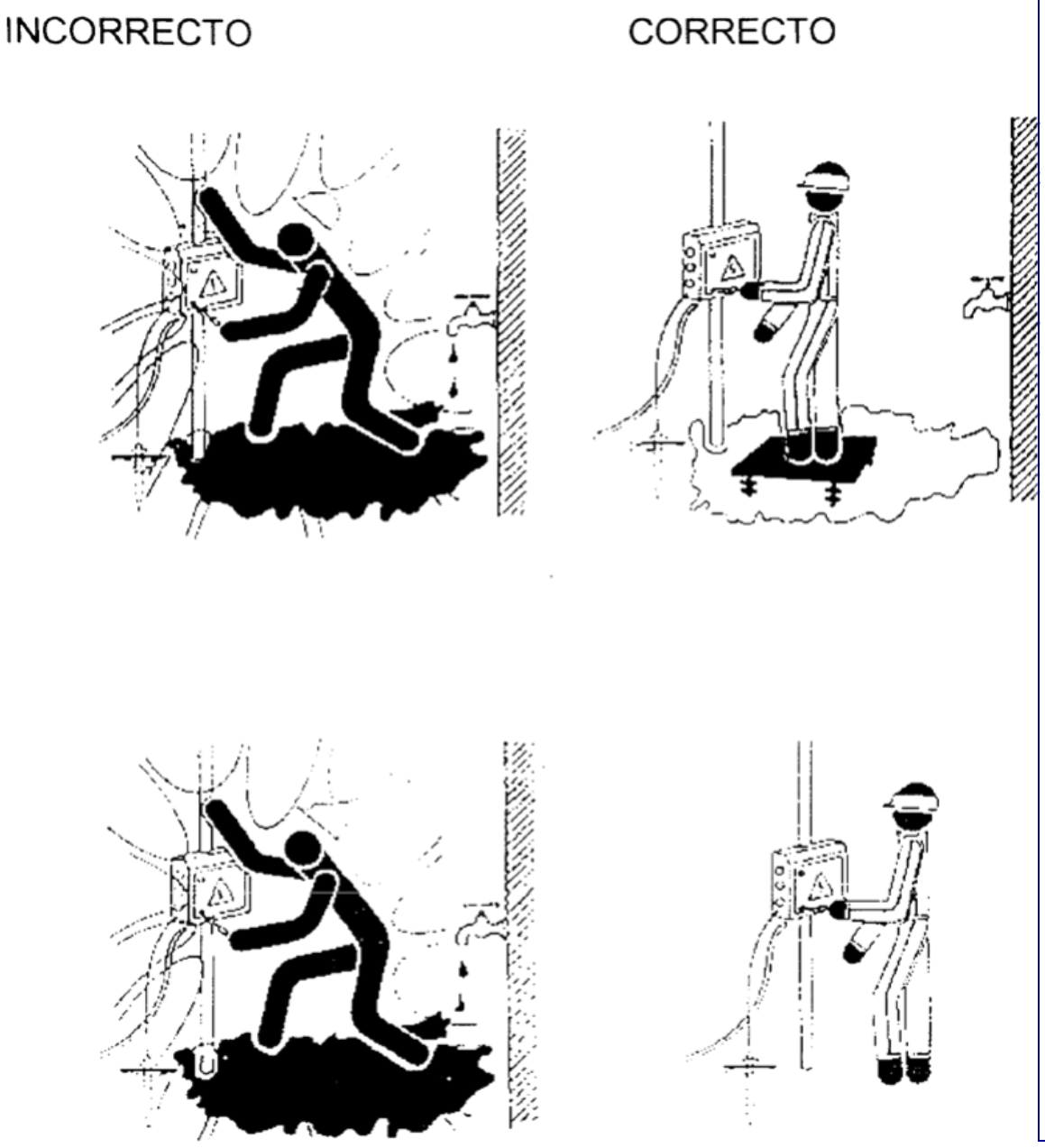

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.14 RIESGOS ELÉCTRICOS III




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

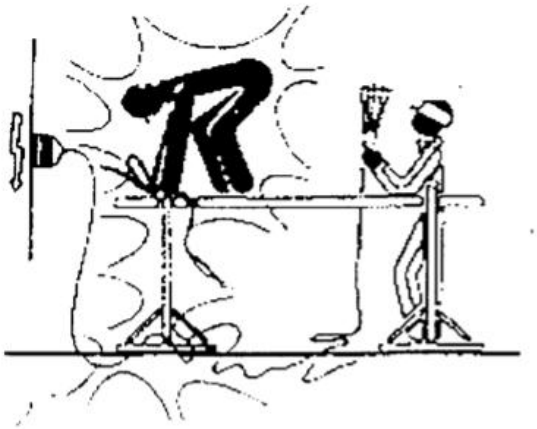
## 5.15 RIESGOS ELÉCTRICOS IV




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.16 RIESGOS ELÉCTRICOS V

**INCORRECTO**



**CORRECTO**

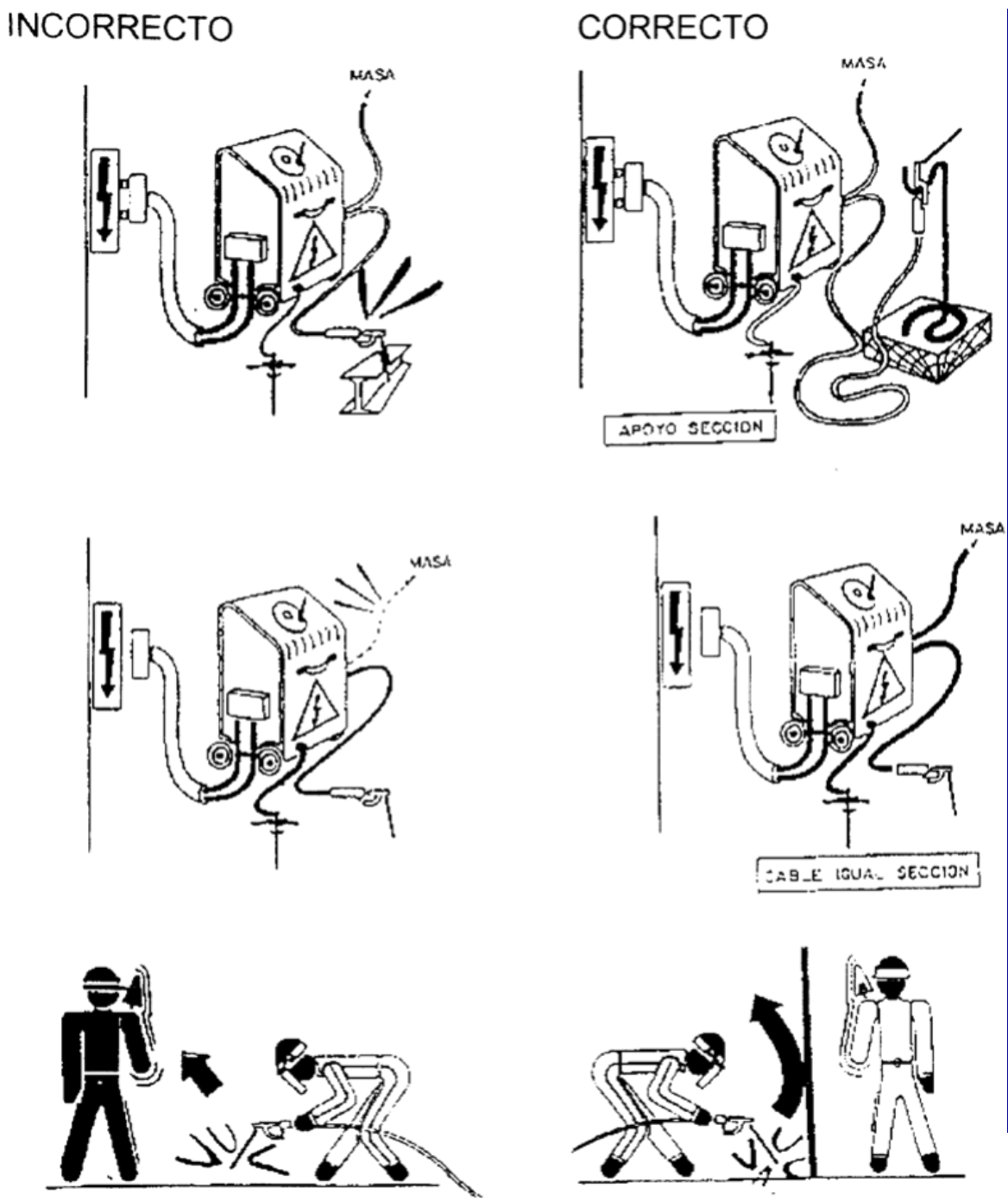







Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

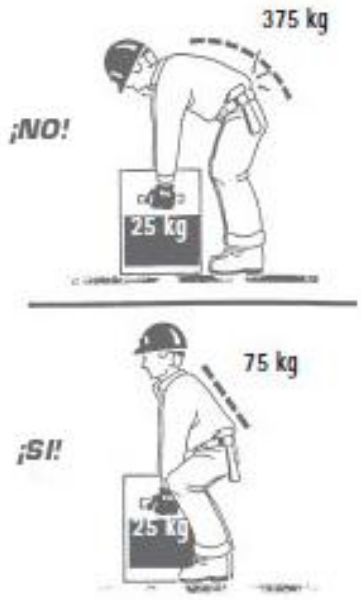
## 5.17 TRABAJOS DE SOLDADURA




Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 5.18 MANIPULACIÓN DE CARGAS I

LEVANTAMIENTO



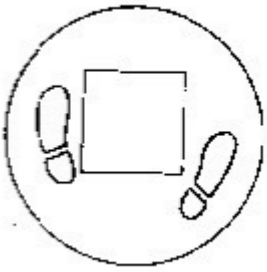

DESPLAZAMIENTO




DESCENSO




POSICIÓN DE LAS PIERNAS



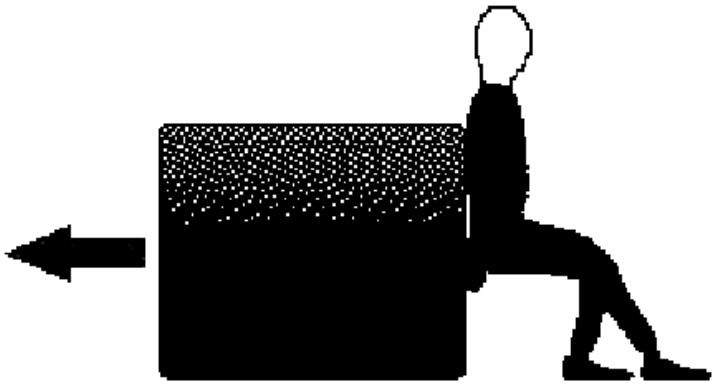
Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

## 5.19 MANIPULACIÓN DE CARGAS II

LEVANTAMIENTO DE CARGAS ENTRE DOS PERSONAS



ARRASTRE DE CARGAS



Se deberá realizar exclusivamente fuerza con las piernas manteniendo la espalda recta.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.es/validezDocumentos
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 003302
VISADO

11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)

Firmado digitalmente por 11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
DN: cn=11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007), c=ES, o=ALCORNOQUE SOLAR SL, email=GAC@GRUPOIBEREOLICA.COM
Fecha: 2026.04.15 17:19:35 +02'00'

ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D

Firmado digitalmente por ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
DN: cn=ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D, c=ES
Fecha: 2026.04.15 16:40:46 +02'00'

**LA PROPIEDAD:**

**ALCORNOQUE SOLAR S.L.U.**

**Fdo.: D. Gregorio Álvarez Cabreros**

**Ingeniero Técnico Industrial**

**Nº de Colegiado:13.302**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

VISADO

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

GRUPO IBEREÓLICA

# DOCUMENTO Nº7

## ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

## INDICE


**1. OBJETO ..... 2**

**2. ALCANCE ..... 3**

**3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS ..... 4**

**4. DEFINICIÓN DE RESIDUOS ..... 5**

**5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE OBRA ..... 6**

5.1. ADQUISICIÓN DE MATERIALES ..... 6

5.2. INICIO DE LA OBRA ..... 7

5.3. PUESTA EN OBRA ..... 7

5.4. ALMACENAMIENTO EN OBRA ..... 8

**6. ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS ..... 9**

6.1. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES ..... 9

6.2. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS DE TIERRAS Y MATERIALES PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN ..... 10

6.3. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS INERTES DE NATURALEZA PÉTREA RESULTANTES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA ..... 11

6.4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS DE NATURALEZA NO PÉTREA RESULTANTES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA ..... 12

6.5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS ..... 13

**7. GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 15**

**8. PRESUPUESTO ..... 18**

**9. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS ..... 19**

9.1. RESPECTO AL POSEEDOR DE LOS RESIDUOS ..... 19

9.2. RESPECTO A LA SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS ..... 20

9.3. RESPECTO A LA GESTIÓN CONCRETA DE LOS RESIDUOS NO PELIGROSOS (RNP) ..... 20

9.4. RESPECTO A LA GESTIÓN CONCRETA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS ..... 20

**10. CONCLUSIONES ..... 24**


Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 001 3302

# 1. OBJETO

El presente **Estudio de Gestión de Residuos** tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este estudio servirá como base al Plan de Gestión de Residuos que deberá realizar el Constructor, el cual complementará el presente documento.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 2. ALCANCE

Las medidas definidas en este Estudio son aplicables a la totalidad de las actividades contempladas en el presente Proyecto y constituyen requisitos de obligado cumplimiento para todo el personal, propio o de terceros, que intervenga en su ejecución, cualquiera sea la organización a la que pertenezca.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS

Para la realización del presente **Estudio de Gestión de Residuos** se ha tenido en cuenta la normativa que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio; publicado en BOE Nº 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto; publicado en BOE Nº 86, de 11 de abril de 2006.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición; publicado en BOE Nº 38, de 13 de febrero de 2008.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015; publicado en BOE Nº 49 de 26 de febrero de 2009.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio; publicada en BOE Nº 75, de 27 de marzo de 2010.
- Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022; publicado en BOE Nº 297 de 12 de diciembre de 2015.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular; publicado en BOE Nº 85 de 9 de abril de 2022.
- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en 013306
GREGORIO ÁLVAREZ CABEROS Colegiado nº
VISADO

# 4. DEFINICIÓN DE RESIDUOS

Se entenderán como **residuos** aquellos definidos en el artículo 2 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, así como los establecidos en el Real Decreto 105/2008. A continuación, se detallan dichas definiciones.

- **Aceites usados**: todos los aceites industriales o de lubricación, de origen mineral, natural o sintético, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos, excluidos los aceites de cocina usados.
- **Biorresiduo**: residuo biodegradable vegetal de hogares, jardines, parques y del sector servicios, así como residuos alimentarios y de cocina procedentes de hogares, oficinas, restaurantes, mayoristas, comedores, servicios de restauración colectiva y establecimientos de consumo al por menor, entre otros, y residuos comparables procedentes de plantas de transformación de alimentos.
- **Residuo**: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- **Residuos comerciales**: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- **Residuos domésticos**: residuos peligrosos o no peligrosos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares en composición y cantidad a los anteriores generados en servicios e industrias, que no se generen como consecuencia de la actividad propia del servicio o industria. Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de, entre otros, aceites de cocina usados, aparatos eléctricos y electrónicos, textil, pilas, acumuladores, muebles, enseres y colchones, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria. Tendrán la consideración de residuos domésticos, los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.
- **Residuos industriales:** residuos resultantes de los procesos de producción, fabricación, transformación, utilización, consumo, limpieza o mantenimiento generados por la actividad industrial como consecuencia de su actividad principal.
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I (Ley 7/2022) y aquél que sea calificado como residuo peligroso por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte. También se comprenden en esta definición los recipientes y envases que contengan restos de sustancias o preparados peligrosos o estén contaminados por ellos, a no ser que se demuestre que no presentan ninguna de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I.
- **Residuos de construcción y demolición:** residuos generados por las actividades de construcción y demolición.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS Colegiado nº 30
VISADO

# 5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE OBRA

Las **Medidas de Prevención en la Generación de Residuos de Obra** están basadas en fomentar, en orden, la prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los residuos destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado y contribuyendo al desarrollo sostenible de la actividad constructiva.

A continuación, se detallan las **medidas generales** en obra orientadas a evitar la generación de residuos:

- Se planificarán las fases de ejecución de los trabajos teniendo en cuenta la climatología prevista en el emplazamiento, con el fin de evitar el levantamiento de polvo, la dispersión de residuos y el arrastre de vertidos u otros materiales.
- Se planificará la ubicación y distribución de las infraestructuras necesarias para la ejecución de la obra, optimizando su uso y evitando pérdida de materiales.
- El parque de maquinaria estará bien establecido y delimitado. Se realizarán revisiones periódicas de las máquinas que lo componen, que deberán encontrarse siempre en correcto estado. Todas las máquinas dispondrán de ITV en vigor y del marcado CE correspondiente.
- Para evitar vertidos, no se realizarán operaciones de reparación o recarga de maquinaria dentro del recinto de obra. Aquellas actuaciones de mantenimiento de maquinaria propias de su uso, para las que no sea posible desplazamientos a lugares externos establecidos a tal efecto, se realizarán siempre utilizando medios de contención y prevención de derrames (Impermeabilización de suelos, bandejas antiderrames, absorbentes, etc.).
- Se aplicará un estricto control sobre los acopios de materiales, evitando pérdidas, deterioros o abandonos de materias primas potencialmente aprovechables. Los materiales se almacenarán en zonas protegidas frente a robos, lluvia, insolación u otros factores que puedan degradarlos.
- Los acopios de material permanecerán en todo momento limpios, ordenados y correctamente segregados conforme a las exigencias de la normativa vigente.
- Se vigilará el correcto empleo y uso de los materiales y sus cantidades, evitando derroches.
- Siempre que sea técnicamente viable, se seleccionarán materiales que no requieran envoltorios o envases innecesarios.

Seguidamente, se describen **medidas específicas** correspondientes a las siguientes etapas de la fase constructiva:

- Adquisición de materiales
- Inicio de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se detallan cada una de estas medidas.

## 5.1. ADQUISICIÓN DE MATERIALES

- La adquisición de materiales se realizará ajustando al máximo las cantidades solicitadas a las mediciones reales de la obra, con el fin de evitar la generación de excedentes al término de los trabajos.
- Se requerirá a las empresas suministradoras la reducción al mínimo posible de la cantidad y volumen de los embalajes. Asimismo, se solicitará que los suministros en obra se presenten con la menor cantidad de embalaje posible, prescindiendo de elementos decorativos o superfluos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
VISADO
DIRECTORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 013.805

- Se priorizará la compra de materiales reciclables frente a otros con las mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de elementos metálicos y sus aleaciones se efectuará en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de cada fase de la obra.
- Los materiales se adquirirán en el momento en que sean requeridos por la planificación de la obra, atendiendo a los plazos de suministro. De este modo, y manteniendo unas condiciones adecuadas de almacenamiento, se evitará su deterioro y la consiguiente generación de residuos.

## 5.2. INICIO DE LA OBRA

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras con el fin de minimizar la generación de sobrantes y favorecer la reutilización de la tierra dentro de la propia obra o en emplazamientos cercanos autorizados.
- Se habilitarán zonas específicas para el acopio temporal de tierras y para el movimiento y operación de la maquinaria, evitando así compactaciones excesivas e innecesarias del terreno.
- El personal contará con la formación adecuada en materia de identificación, reducción, manipulación y gestión correcta de los distintos tipos de residuos que generados durante la obra.

## 5.3. PUESTA EN OBRA

- En caso de ser necesarias excavaciones, éstas se ejecutarán ajustándose a las dimensiones y cotas definidas en el proyecto, conforme a los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón, se utilizarán en aquellas partes de la obra previstas para tal fin (hormigón de limpieza, bases, rellenos u otras aplicaciones compatibles), evitando su gestión como residuo siempre que sea técnicamente viable.
- Los recipientes que contengan productos, especialmente si se trata de sustancias peligrosas, deberán vaciarse por completo antes de proceder a su limpieza o eliminación.
- En la medida de lo posible, se priorizará la fabricación de elementos o productos en taller frente a su ejecución *in situ,* dado que esta última suele generar mayores cantidades de residuos.
- Se evitará el deterioro de envases y soportes de materiales que puedan ser reutilizados, como los palés, con el fin de devolverlos al proveedor o reincorporarlos a la cadena de uso.
- Para prevenir la generación de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.), se ajustarán previamente y con precisión los volúmenes de materiales requeridos.
- Los medios auxiliares y los embalajes de madera procederán preferentemente de madera recuperada y se reutilizarán tantas veces como sea posible. Una vez que ese deterioro impida su reutilización, se separarán adecuadamente para su reciclaje o tratamiento, manteniéndolos separados del resto de residuos para evitar su contaminación.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible, garantizando su mantenimiento y conservación.
- Los perfiles y barras de armaduras deberán llegar a la obra con las dimensiones exactas, listas para su colocación y, cuando sea posible, previamente dobladas y montadas, minimizando así la generación de recortes y otros residuos. Se preverán las fases de obra de mayor demanda para organizar su almacenamiento y eventual reutilización.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán únicamente los necesarios para mantener el resto protegido y evitar la dispersión de sobrantes.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ ABREROS, Colegiado nº 0013302

- Respecto a los embalajes y plásticos, se priorizará su retirada por parte del proveedor. En cualquier caso, los productos no se desembalarán hasta no ser utilizados, y, tras su empleo, los embalajes se recogerán y almacenarán de inmediato para facilitar su correcta gestión.

## 5.4. ALMACENAMIENTO EN OBRA

- Los materiales se almacenarán de forma adecuada para evitar su deterioro y prevenir su conversión en residuo.
- Se implantarán las medidas específicas de almacenamiento definidas para cada tipo de material.
- Se habilitará, en caso de ser necesario, un área destinada a trabajos de corte, con el fin de evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos generados (ladrillos, bloques de hormigón, etc.).
- Se delimitarán y señalizarán correctamente las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos, garantizando su identificación y accesibilidad.
- Los residuos se clasificarán de acuerdo con lo establecido en el Estudio y Plan de Gestión de Residuos de la obra.
- Se llevará a cabo una vigilancia y seguimiento continuados del correcto almacenamiento, manipulación y gestión de los residuos.
- Los materiales químicos y peligrosos se almacenarán siguiendo las pautas específicas establecidas para este tipo de productos, garantizando seguridad y cumplimiento normativo.
- Se dispondrá de medios de contención y prevención de derrames, así como del equipamiento necesario para su recogida y gestión en caso de incidente.
- Todos aquellos materiales susceptibles de reutilización se reincorporarán a la obra siempre que sea técnica y operativamente posible, reduciendo así la generación de residuos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 03302

# 6. ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS

Se analizan, a continuación, los residuos que se prevé generar durante la ejecución de las actividades previstas.

Se presentan los residuos incluidos en la Lista Europea de Residuos, de acuerdo con la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones posteriores, indicando su codificación correspondiente. Cabe indicar que se incluyen únicamente los capítulos de la lista relacionados con residuos procedentes de obra nueva.

## 6.1. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS VEGETALES

Estos residuos procederán del desbroce y/o acondicionamiento del terreno, donde será necesario la eliminación de la capa vegetal.

Si bien no todo podrá ser valorizado ni tampoco podrá reincorporarse al terreno, se estima que se aprovechará el 80% de estos residuos, reincorporando y extendiendo la capa vegetal en los taludes generados por la excavación, en los bordes de los caminos y en el perímetro vallado. El 20% restante será residuo generado y se retirará a vertedero.

- ***02 01 07 Residuos de la silvicultura***

Para calcular los residuos generados se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{resveg} = S_{ocupada} * P_{veg} * E_{veg} * R_{gen}$$

Dónde:
$V_{resveg}$: Volumen de residuos de la capa vegetal.
$S_{ocupada}$: Superficie de ocupación de parcelas.
$P_{veg}$: Profundidad de capa vegetal a eliminar.
$E_{veg}$: Esponjamiento de capa vegetal.
$R_{gen}$: Residuo generado.

| Factor | Estimación | |
|---|---|---|
| Superficie de ocupación de parcelas ($m^2$) | 774.051 | |
| Profundidad de la capa vegetal a eliminar (m) | 0,10 | |
| Esponjamiento de capa vegetal (%) | 120,00 | |
| Porcentaje de generación de residuos (%) | 20,00 | |
| Volumen de residuos de la capa vegetal ($m^3$) | 18.577,22 | |
| Densidad ($t/m^3$) | 0,02 | |
| Peso total (t) | **371,54** | |

*Tabla 1. Estimación de residuos de la silvicultura.*

Se estima, por tanto, que se generarán **371,54 toneladas** de este residuo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

## 6.2. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS DE TIERRAS Y MATERIALES PÉTREOS PROCEDENTES DE EXCAVACIÓN

Estos residuos se generarán durante el desarrollo de las obras como resultado de los excedentes de excavación y de los movimientos de tierra asociados a las mismas. Por tanto, se trata de tierras y materiales pétreos no contaminados, procedentes de las operaciones de excavación en la obra.

El movimiento de tierras se ha proyectado considerando una elección adecuada de la rasante, de manera que el desmonte y el terraplenado permitan que la tierra extraída de una zona se utilice en el relleno de otra para equilibrar el nivel, minimizando así la generación de residuos.

Los excedentes se emplearán, siempre que sea posible, en la construcción de los caminos interiores. La tierra extraída de las zanjas se utilizará preferentemente para su relleno tras la instalación de los cables. De igual modo, los materiales procedentes de otras excavaciones se reutilizarán para nivelar el terreno dentro de la propia finca.

Aquellos materiales que no puedan ser reutilizados se destinarán a graveras de la zona o vertederos autorizados, cumpliendo la normativa vigente.

- ***17 05 04 Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03***

| | Volumen ($m^3$) | Cantidad | Total ($m^3$) |
|---|---|---|---|
| Centro de transformación FV | 18,45 | 7,00 | 129,15 |
| Vallado (cimentación postes) | 0,036 | 1.114 | 40,10 |
| Aerogenerador | 1.455,00 | 7,00 | 10.185,00 |
| Edificio eléctrico y de Control | 358,63 | 1,00 | 358,63 |
| Zanjas cableado | 1,00 | 25.316 | 25.316,00 |
| **Volumen Excavación Estimado** | | | **36.029** |

*Tabla 2. Resumen cálculos de volumen de excavación.*

Para calcular este residuo se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{resexc} = R_{genexc} * E_{exc}$$

- $V_{resexc}$: Volumen de residuos de excavación.
- $R_{genexc:}$ Residuo generado en excavación.
- $E_{exc}$: Esponjamiento de tierras de excavación.

$$P_{resexc} = V_{genexc} * \rho_{exc}$$

- $P_{exc}$: Peso de los residuos de excavación.
- $V_{genexc}$: Volumen de los residuos de excavación.
- $\rho_{exc}$: Densidad de los residuos de excavación.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABRERIZOS, Colegiado nº 0013302
VISADO

| Factor | Estimación |
|---|---|
| Residuo generado (%) | 5 |
| Esponjamiento de residuos (%) | 130 |
| Volumen residuos de excavación ($m^3$) | 2.341,88 |
| Densidad ($t/m^3$) | 1,8 |
| **Peso total (t)** | **4.215,39** |

*Tabla 3. Estimación de residuos de tierras y materiales pétreos procedentes de excavación.*

Del volumen de excavación total se estima que se reutilizará en la propia obra el 95%, por lo que el residuo generado es del 5%. Se estima, por tanto, que se generarán **4.215,39** toneladas de este residuo.

## 6.3. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS INERTES DE NATURALEZA PÉTREA RESULTANTES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Se consideran residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos y mezclas de los mismos, entre otros.

Este tipo de residuos se almacenarán de forma separada al resto y se gestionarán como residuos no peligrosos por un gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

- ***17 01 01 Hormigón***

| Cimentación | Volumen ($m^3$) | Cantidad | Total ($m^3$) |
|---|---|---|---|
| Centro de transformación FV | 18,45 | 7,00 | 129,15 |
| Vallado (cimentación postes) | 0,036 | 1.114 | 40,10 |
| Aerogenerador | 542,61 | 7,00 | 3.798,27 |
| Edificio eléctrico y de Control | 90 | 1,00 | 90 |
| **Volumen Estimado Hormigón** | | | **4.057,52** |

*Tabla 4. Estimación de volumen estimado de hormigón.*

Para calcular este residuo se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{reshor} = R_{genehor} * E_{hor}$$

- $V_{reshor}$: Volumen de residuos de hormigón.
- $R_{genehor:}$ Residuo generado de hormigón.
- $E_{hor}$: Esponjamiento de hormigón.

$$P_{reshor} = V_{genehor} * \rho_{hor}$$

- $P_{reshor}$: Peso de los residuos de hormigón.
- $V_{reshor}$: Volumen de los residuos de hormigón.
- $\rho_{hor}$: Densidad de los residuos de hormigón.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS| Colegiado nº 00133
VISADO

| Factor | Estimación |
|---|---|
| Residuo generado (%) | 1 |
| Esponjamiento de hormigón (%) | 175 |
| Volumen residuos de hormigón ($m^3$) | 71 |
| Densidad ($t/m^3$) | 2,5 |
| **Peso total (t)** | **177,52** |

*Tabla 5. Residuos estimados de hormigón.*

Se estima, por tanto, que se generarán **177,52** toneladas de este residuo.

## 6.4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS DE NATURALEZA NO PÉTREA RESULTANTES DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

La mayoría de estos residuos son de naturaleza inerte y reciclable, tales como la madera, metales, vidrio, papel. También se consideran otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas, encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionado como residuo no peligroso.

- ***15 01 01 Envases de papel y cartón***

Este residuo puede generarse a partir de envases vacíos y no contaminados hechos de estos materiales, como cajas, cartones y sacos de papel, para su correcta gestión y reciclaje.

- ***16 02 14 Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 y 16 02 13***

Los módulos fotovoltaicos se consideran residuos no peligrosos y se tratarán como componentes eléctricos. Durante su almacenaje e instalación pueden producirse roturas dando lugar a la sustitución y/o retirada de los mismos. En este caso será retirado por un gestor autorizado para su posterior reciclaje.

- ***17 02 01 Madera***

Este residuo puede generarse por la presencia de madera en los palés utilizados para la entrega de equipos. Dichos palés son reciclables o reutilizables y serán retirados por un gestor autorizado para su posterior reciclaje o reutilización.

- ***17 02 03 Plástico***

Este residuo puede generarse por la presencia de tubos de PVC, y será retirado por un gestor autorizado para su posterior reciclaje o reutilización.

- ***17 04 02 Aluminio***

En caso de generarse estos metales, ya sea por daños o por restos en la carpintería metálica durante el montaje u otros elementos similares, serán retirados por gestor autorizado para su posterior valorización.

- ***17 04 05 Hierro y acero***

En caso de generarse estos metales, ya sea por daños en la estructura durante el montaje o por restos de ferralla u otros elementos similares, serán retirados por gestor autorizado para su posterior valorización.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://visado.coitim.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABRERIZO colegiado nº 013302

- ***17 04 07 Metales Mezclados***

En caso de generarse este residuo, incluyendo mezclas de chatarra ferrosa y no ferrosa, chatarra general y residuos de metales no especificados en otros códigos más específicos como cobre, aluminio o acero u otros elementos similares, deberán ser retirados por un gestor autorizado para su posterior valorización.

- ***17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10***

Puede generarse, pero será retirado por un gestor autorizado para su posterior valorización.

- ***20 01 01 Papel y cartón***

Este residuo será generado por los embalajes de materiales y equipos. En este caso, será retirado por un gestor autorizado para su posterior reciclaje.

- ***20 01 39 Plásticos***

Este residuo será generado por los embalajes de materiales y equipos. En este caso, será retirado por un gestor autorizado para su posterior valorización.

- ***20 03 01 Mezclas de residuos municipales***

Este residuo será generado por el contingente de trabajadores que desempeñará labores durante la fase de construcción. Estarán constituidos por restos de comida, envases, papeles, cartones, etc. En este caso, será retirado por un gestor autorizado.

- ***20 03 04 Lodos de fosas sépticas***

Este residuo será generado por el personal de trabajo de la obra. En este caso será retirado por un gestor autorizado.

- ***21 01 36 Equipos eléctricos y electrónicos desechados, distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35***

Este residuo será generado por el personal de oficina en obra (bombillas no fluorescentes, tóner, …) o por material dañado durante los procesos de montaje y puesta en funcionamiento de la instalación, serán retirados por un gestor autorizado.

## 6.5. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

Se agrupan en este punto los residuos urbanos y los potencialmente peligrosos:

- ***12 01 12* Ceras y grasas usadas***

Este tipo de residuo peligroso puede generarse durante los procesos de montaje y puesta en funcionamiento de la instalación. En caso de producirse, serán retirados por un gestor autorizado.

- ***13 02 05* Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes***

Este tipo de residuo peligroso puede generarse durante los procesos de puesta en funcionamiento, operación y mantenimiento de la instalación. En caso de producirse, serán retirados por un gestor autorizado.

- ***13 03 10* Otros aceites de aislamiento y transmisión de calor***

El aceite de los transformadores es un residuo peligroso que puede generarse durante los procesos de puesta en funcionamiento, operación y mantenimiento de la instalación. En caso de producirse, serán retirados por un gestor autorizado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CUBREROS, Colegiado nº 001302

- ***15 01 10* Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas***

Este residuo peligroso podrá generarse debido al embalaje de materiales y equipos. En este caso, será retirado por un gestor autorizado.

- ***15 02 02* Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas***

Los trapos de limpieza contaminados con productos pueden generarse durante los procesos de puesta en funcionamiento, operación y mantenimiento de la instalación. En este caso, será retirado por un gestor autorizado.

- ***16 01 07* Filtros de aceite***

Residuos de este tipo pueden generarse durante los procesos de puesta en funcionamiento, operación y mantenimiento de la instalación, los cuales serán retirados por un gestor autorizado.

- ***16 06 02* Acumuladores de Ni-Cd***

Residuos de este tipo, como las baterías de Ni-Cd, pueden generarse durante los procesos de puesta en funcionamiento, operación y mantenimiento de la instalación. En este caso, será retirado por un gestor autorizado.

- ***20 01 35* Equipos eléctricos y electrónicos desechados, distintos de los especificados en los códigos 20 01 21 y 20 01 23, que contienen componentes peligrosos***

Los restos de paneles solares, los cuales pueden generarse durante los procesos de montaje y puesta en funcionamiento de la instalación, serán retirados por un gestor autorizado.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013382
VISADO

# 7. GESTIÓN DE RESIDUOS

En la siguiente tabla se presenta un resumen de las cantidades previstas para cada uno de los materiales clasificados anteriormente, así como el destino asignado a cada uno de ellos:

Residuos procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno, donde será necesario la eliminación de la capa vegetal.

| CÓDIGO LER | CLASIFICACIÓN[1] | GRUPO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD (t) |
|---|---|---|---|---|
| 02 01 07 | Residuos de la silvicultura | RNP | Desbroce y/o acondicionamiento del terreno | 371,54 |
| 12 01 12* | Ceras y grasas usadas | RP | Ceras y grasas | 0,01 |
| 13 02 05* | Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes | RP | Aceites minerales | 0,25 |
| 13 03 10* | Otros aceites de aislamiento y transmisión de calor | RP | Aceite de los transformadores | 1,80 |
| 15 01 01 | Envases de papel y cartón | RNP | Restos de papel y cartón valorizables | 0,40 |
| 15 01 10* | Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas | RP | Envases contaminados valorizables | 1,21 |
| 15 02 02* | Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas | RP | Absorbentes y trapos contaminados | 0,11 |
| 16 01 07* | Filtros de aceite | RP | Filtros de aceite | 0,05 |
| 16 02 14 | Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 y 16 02 13 | RNP | Módulos fotovoltaicos | 27,16 |
| 16 06 02* | Acumuladores de Ni-Cd | RP | Baterías de Ni-Cd | 0,90 |
| 17 01 01 | Hormigón | RNP | Hormigón | 177,52 |
| 17 02 01 | Madera | RNP | Madera | 60,34 |
| 17 02 03 | Plástico | RNP | Tubo PVC | 0,52 |
| 17 04 02 | Aluminio | RNP | Aluminio | 12,85 |
| 17 04 05 | Hierro y acero | RNP | Metales: hierro y acero | 0,64 |

[1] Clasificación del residuo según la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00013302

| CÓDIGO LER | CLASIFICACIÓN[1] | GRUPO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD (t) |
|---|---|---|---|---|
| 17 04 07 | Metales mezclados | RNP | Metales mezclados | 1,29 |
| 17 04 11 | Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10 | RNP | Cables sin sustancias peligrosas | 1,65 |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | RNP | Tierras limpias y materiales pétreos | 4.215,39 |
| 20 01 01 | Papel y cartón | RNP | Papel y cartón | 1,20 |
| 20 01 35* | Equipos eléctricos y electrónicos desechados, distintos de los especificados en los códigos 20 01 21 y 20 01 23, que contienen componentes peligrosos | RP | Resto de paneles solares valorizables | 1,80 |
| 20 01 39 | Plásticos | RNP | Plásticos y envases no contaminados | 12,00 |
| 20 03 01 | Mezclas de residuos municipales | RNP | RSU | 17,40 |
| 20 03 04 | Lodos de fosas sépticas | RNP | Lodos de fosas sépticas | 69,35 |
| 21 01 36 | Equipos eléctricos y electrónicos desechados distintos de los especificados en los códigos 20 01 21, 20 01 23 y 20 01 35 | RNP | Residuos de aparatos eléctricos electrónicos | 0,90 |
| | | | **TOTAL RESIDUOS PELIGROSOS** | **6,13 t** |

*Tabla 6. Resumen de la estimación de los residuos generados.*

Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando. El destino de todos estos residuos será un gestor autorizado para su reutilización, reciclado o valorización.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o en sacos industriales, según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes aquellos residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados, además, identificando el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello y se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según establece la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

# 8. PRESUPUESTO

El presupuesto correspondiente a la Gestión de los Residuos generados en el desarrollo del Proyecto Híbrido Alcornoque se recoge en la siguiente tabla, así como en su correspondiente apartado dentro del documento Presupuesto.

| PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS | | | |
|---|---|---|---|
| **DESCRIPCIÓN** | **CANTIDAD (t)** | **PRECIO UNITARIO (€)** | **PRECIO TOTAL (€)** |
| Hormigón | 371,54 | 7,00 | 2.600,78 |
| Madera | 60,34 | 28,50 | 1.719,69 |
| Metal | 0,64 | 6,50 | 4,16 |
| Cartón | 1,20 | 17,50 | 21,00 |
| Plástico | 12,00 | 55,00 | 660,00 |
| Ladrillos, teja, cerámicos | 1,29 | 28,50 | 36,76 |
| Yeso | 0,50 | 55,00 | 27,50 |
| Mezcla | 0,25 | 20,35 | 5,09 |
| Tierras limpias y materiales pétreos | 4.215,39 | 1,75 | 7.376,94 |
| Especial | 1,00 | 60,00 | 60,00 |
| Residuos peligrosos | 6,13 | 2.000,00 | 12.260,00 |
| **TOTAL ANEXO III - GESTIÓN DE RESIDUOS** | | | **24.771,92 €** |

*Tabla 7. Presupuesto de la gestión de residuos.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 9. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

## 9.1. RESPECTO AL POSEEDOR DE LOS RESIDUOS

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a LA PROPIEDAD de la misma un Plan de Gestión de Residuos. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción/demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la DIRECCIÓN FACULTATIVA y aceptado por LA PROPIEDAD, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.

Según exige el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

El poseedor de los residuos (CONTRATISTA) facilitará al productor de los mismos (PROMOTOR) toda la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.

El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.

El gestor de residuos deberá emitir un certificado acreditativo de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.

Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el documento de entrega al poseedor (CONTRATISTA) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.

Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento.

Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ALVAREZ CABRERO, Colegiado nº 0003302
VISADO

## 9.2. RESPECTO A LA SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS

En el caso de Residuos Peligrosos (RP) siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.

En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

## 9.3. RESPECTO A LA GESTIÓN CONCRETA DE LOS RESIDUOS NO PELIGROSOS (RNP)

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.

Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

## 9.4. RESPECTO A LA GESTIÓN CONCRETA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS

Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según la Ley 7/2022, de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://sede.electronica.madrid.org
GREGORIO ÁLVAREZ CABRERO, colegiado nº 013302

inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un Número de Identificación Medioambiental (en adelante, NIMA).

Los residuos peligrosos, que siempre se deben separar en origen, se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones, conforme la Ley 7/2022 y el Real Decreto 656/2017:

- Definir una zona específica.
- No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- Se situarán:
  - En el exterior bajo cubierta.
  - Dentro de la nave.
  - En intemperie en envases herméticamente cerrados.
- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
  - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
  - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia).
  - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
  - Alejado de la red de saneamiento.
- No está permitido transportar los residuos peligrosos fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.
- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
  - 1 recipiente/cada tipo de residuo.
  - Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
  - Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.
- Los recipientes o envases que contengan residuos peligrosos deberán estar etiquetados de forma clara y visible, legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado, de acuerdo con la Ley 7/2022, de 8 de abril de residuos y suelos contaminados para una economía circular, y debería figurar:
  - El código y la descripción del residuo conforme a lo establecido en el artículo 6, así como el código y la descripción de las características de peligrosidad de acuerdo con el anexo I de la Ley 7/2022.
  - Nombre, Asignación de NIMA, dirección, postal y electrónica, y teléfono del productor o poseedor de los residuos.
  - Fecha en la que se inicia el depósito de residuos.
  - La naturaleza de los peligros que presentan los residuos, que se indicará mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008.
  - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un pictograma, se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) n.º 1272/2008 del Parlamento y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008. En la etiqueta se harán constar todos los pictogramas de peligro que se le asignen al residuo, una vez aplicados los criterios mencionados en el apartado anterior.
  - La etiqueta deberá ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, las indicaciones o etiquetas anteriores, de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo.
  - El tamaño de la etiqueta deberá tener como mínimo las dimensiones de 10 × 10 cm. No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
- Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en GREGORIO ÁLVAREZ CEBREROS, Colegiado nº 13302
VISADO

documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, cinco años, de acuerdo a lo establecido en el artículo 64 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

**Requisitos generales de traslado (según el RD 553/2020):**

- Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
  - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
  - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
  - Periodicidad estimada de los traslados.
  - Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
  - Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
  - Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.
- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el Anexo I del RD 553/2020:
  - Número de documento de identificación.
  - Número de notificación previa.
  - Fecha de inicio del traslado.
  - Información relativa al operador del traslado.
  - Información relativa al origen del traslado.
  - Información relativa al destino del traslado.
  - Características del residuo que se traslada.
  - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
  - Otras informaciones.
  - Información sobre la aceptación del residuo.
- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:
  - Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
  - Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
  - El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
  - En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino.
  - En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.
- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20 kg y los residuos destinados a valorización identificados con el **código LER 20 03 01**.

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

Según la Ley 2/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- No superar los seis meses de almacenamiento; en supuestos excepcionales, la autoridad competente de las comunidades autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo, ampliándolo como máximo otros seis meses

La siguiente tabla resume la documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

| Fase del Proyecto | Documentación | Legislación |
|---|---|---|
| Inicio de Obra | Plan de Gestión de Residuos | Ley 7/2022<br>RD 208/2022 |
| | Comunicación previa al inicia de la actividad (NIMA) | |
| Fase de Obra | Datos del gestor de Residuos Peligrosos | |
| | Datos del transportista de Residuos Peligrosos | |
| | Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de Residuos Peligrosos | |
| | Documentos de Aceptación* | |
| | Documentos de control y seguimiento* | |
| | Comunicación de traslado de RP de una comunidad a otra | |

(*) Se debe guardar durante los siguientes 5 años

*Tabla 8. Resumen de la documentación necesaria.*

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
MADRID
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302
VISADO

# 10. CONCLUSIONES

Con lo expuesto en el presente anexo, se considera suficientemente explicada la gestión de los residuos objeto de este estudio.

11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
Firmado digitalmente por 11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007)
DN: cn=11947957D GREGORIO ALVAREZ (R: B88117007), c=ES, o=ALCORNOQUE SOLAR SL, email=GAC@GRUPOIBEREOLICA.COM
Fecha: 2026.04.15 17:20:05 +02'00'

ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
Firmado digitalmente por ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D
DN: cn=ALVAREZ CABREROS GREGORIO - 11947957D, c=ES
Fecha: 2026.04.15 16:41:04 +02'00'

**LA PROPIEDAD:**
**ALCORNOQUE SOLAR S.L.U.**

**Fdo.: D. Gregorio Álvarez Cabreros**
**Ingeniero Técnico Industrial**
**Nº de Colegiado:13302**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid
VISADO
Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9 en https://www.coitim.es
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 00013302

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid

Documento registrado con el número: 2603449/01-R1 el día 17/04/2026. Puede validar el documento FV13170434-A95B9
GREGORIO ÁLVAREZ CABREROS, Colegiado nº 0013302

VISADO