

NEWCO
DEVELOPMENTS SL



PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA

**SEPARATA:
SALIX ENERGÍAS
RENOVABLES S.L.**

Referencia: K24-06-01-S7. Rev. 00

Cliente: NEWCO DEVELOPMENTS SL

Fecha: 27 de diciembre de 2024

BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, S.L.U.
Calle Pintor Sorolla 8, 1º A, 26007 Logroño
Tel.: +34 941 28 73 47; Fax: +34 941 28 73 48
e-mail: brn@barloventoapplus.com

caminos  Collegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 1 de 39

ÍNDICE

1.- OBJETO	3
2.- SOLICITANTE Y PROMOTOR	4
3.- CERCANÍA DEL PARQUE A LA PSFV PROPIEDAD DE SALIX ENERGÍAS RENOVABLES S.L	5
4.- DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO	7
4.1.- Poligonal del Parque Eólico	7
4.2.- Ocupación del Proyecto	8
4.3.- Aerogeneradores	8
4.3.1.- Elementos principales	10
4.3.2.- Ubicación de los aerogeneradores	13
4.4.- Torre de medición del parque	13
4.5.- Obra civil.....	16
4.5.1.- Cimentación del aerogenerador	16
4.5.2.- Cimentación de la torre medición	17
4.5.3.- Plataforma.....	18
4.5.4.- Caminos de acceso.....	19
4.5.5.- Zanjas de media tensión	23
4.5.6.- Superficies afectadas y Movimiento de tierras	24
4.5.7.- Instalaciones temporales.....	25
4.6.- Infraestructura Eléctrica	26
4.6.1.- Introducción	26
4.6.2.- Transformador elevador trifásico	27
4.6.3.- Celdas de media tensión.....	27
4.6.4.- Red colectora de media tensión	31
4.6.5.- Red de comunicaciones	32
4.6.6.- Sistema de puesta a tierra	33
4.6.7.- Arquetas	34
4.6.8.- Centro de seccionamiento y medida	35
5.- PLAZO DE EJECUCIÓN	36
6.- PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN	37

camínos 	
EXPEDIENTE 36	
Expediente 2025/00391/04	Fecha 20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 2 de 39

7.- CONCLUSIÓN.....	38
8.- PLANOS.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VÉRTICES DE LA POLIGONAL (COORDENADAS ETRS89 30T)	7
TABLA 2. RELACIÓN DE OCUPACIONES PERMANENTES.....	8
TABLA 3. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL AEROGENERADOR.....	9
TABLA 4. UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS (COORDENADAS ETRS89 30T).....	13
TABLA 5. POSICIÓN PROPUESTA DE LA TORRE DE MEDICIÓN.....	13
TABLA 6. POSICIÓN DEFINITIVA DE LA TORRE DE MEDICIÓN.....	14
TABLA 7. PREDIMENSIONAMIENTO DE ZAPATA	17
TABLA 8. SUPERFICIES AFECTADAS	24
TABLA 9. MOVIMIENTO DE TIERRAS ESTIMADO.....	25
TABLA 10. CONFIGURACIÓN DE LAS CELDAS DE LOS AEROGENERADORES.	28
TABLA 11. SECCIONES DEL CABLE	31
TABLA 12. AGRUPAMIENTO DE LOS AEROGENERADORES.....	31
TABLA 13. CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES.....	32
TABLA 14. UBICACIÓN DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA (UTM ETRS89).....	35

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1. SITUACIÓN DE LA PSFV	5
IMAGEN 2 SECCIÓN TIPO ZANJA DE 2 CIRCUITOS LIBRE DE CRUCES (IZQUIERDA)/ SECCIÓN TIPO ZANJA DE 2 CIRCUITOS CRUCES VIALES(DERECHA).....	6
IMAGEN 3. ESQUEMA CONCEPTUAL DE LA TORRE DE MEDICIÓN.....	15
IMAGEN 4. CONCEPTO 3D DE ZAPATA DE AEROGENERADOR	16
IMAGEN 5. ESQUEMA DIMENSIONAL DE ZAPATA (SIN ESCALA).....	16
IMAGEN 6.DETALLE CIMENTACIÓN TORRE DE MEDICIÓN	17
IMAGEN 7.RUTA DE ACCESO AL PARQUE	20
IMAGEN 8.SOBREANCHOS PARA GIRO DE 90º	21
IMAGEN 9. ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO I.	29
IMAGEN 10. ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO II.....	30

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 3 de 39

1.- OBJETO

El objeto de la presente separata es informar sobre las obras que se pretenden realizar para la implantación del Parque Eólico Opel Fase IVB (el Proyecto). Dicho proyecto tiene por objetivo principal la generación de electricidad a partir de la fuente renovable del viento para dotar a las instalaciones de OPEL ESPAÑA S.L.U. de un autoconsumo energético con venta de excedentes sin compensación, conforme al RD 1183/2020, y que formará parte de una hibridación con una CHP existente.

El Parque Eólico se compone de tres aerogeneradores de 6.9 MW de potencia, que suma una potencia total instalada de 20.70 MW. La función de la red colectora de media tensión, en 20 kV, es la de recoger toda la energía producida por los aerogeneradores y transportarla hasta el punto de evacuación, que en este caso será la SET propiedad de OPEL 220/20 kV ya existente, que a su vez está conectada con la SET ENTRERRÍOS 220 kV.

El Proyecto Opel Fase IVB está ubicado en el término municipal de Pedrola, en la provincia de Zaragoza (ver *Plano 01*).

Se redacta la presente Separata con el objeto de informar a la empresa Salix Energías Renovables S.L. de las afecciones generadas.

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 4 de 39

2.- SOLICITANTE Y PROMOTOR

El solicitante y promotor de las instalaciones objeto del presente proyecto es **NEWCO DEVELOPMENTS SL**, cuyos datos son:

- CIF: B54991773
- Domicilio social en C/ Viento 14, Pol. Ind. Pla de la Vallonga, 03006, Alicante, C.P:03006 Alicante

Persona a efectos de contacto y notificaciones:

- José Luis Vázquez Fernández
- Correo: jose.vazquez@prosolia.com

Mediante el presente apartado, el promotor afirma poseer la capacidad legal, técnica y económica necesaria para diseñar, tramitar, financiar y construir el proyecto objeto del presente documento.

La documentación acreditativa de dicha capacidad legal, técnica y económica de NEWCO DEVELOPMENTS SL. se presentará ante la Administración como documento independiente a esta Separata.

caminos  Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

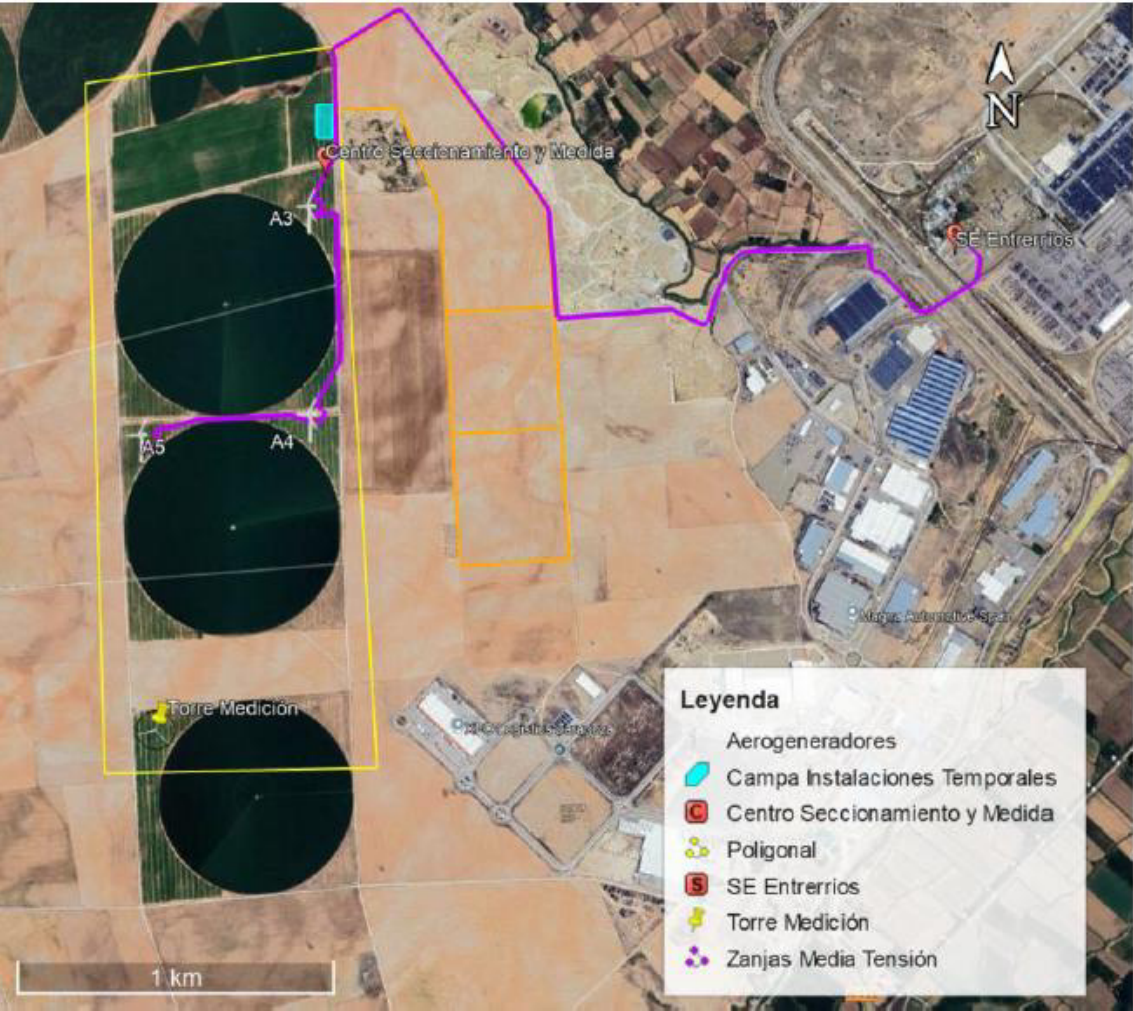
	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 5 de 39

3.- CERCANÍA DEL PARQUE A LA PSFV PROPIEDAD DE SALIX ENERGÍAS RENOVABLES S.L

Se ha localizado una planta fotovoltaica (PSFV) en desarrollo perteneciente a la empresa Salix Energías Renovables S.L. en las inmediaciones del Parque, aunque sin ninguna afección directa.

En la siguiente imagen se muestra el parque eólico y las parcelas afectadas por la PSFV (en naranja).

Imagen 1. Situación de la PSFV



Fuente: Barlovento, a partir de datos públicos

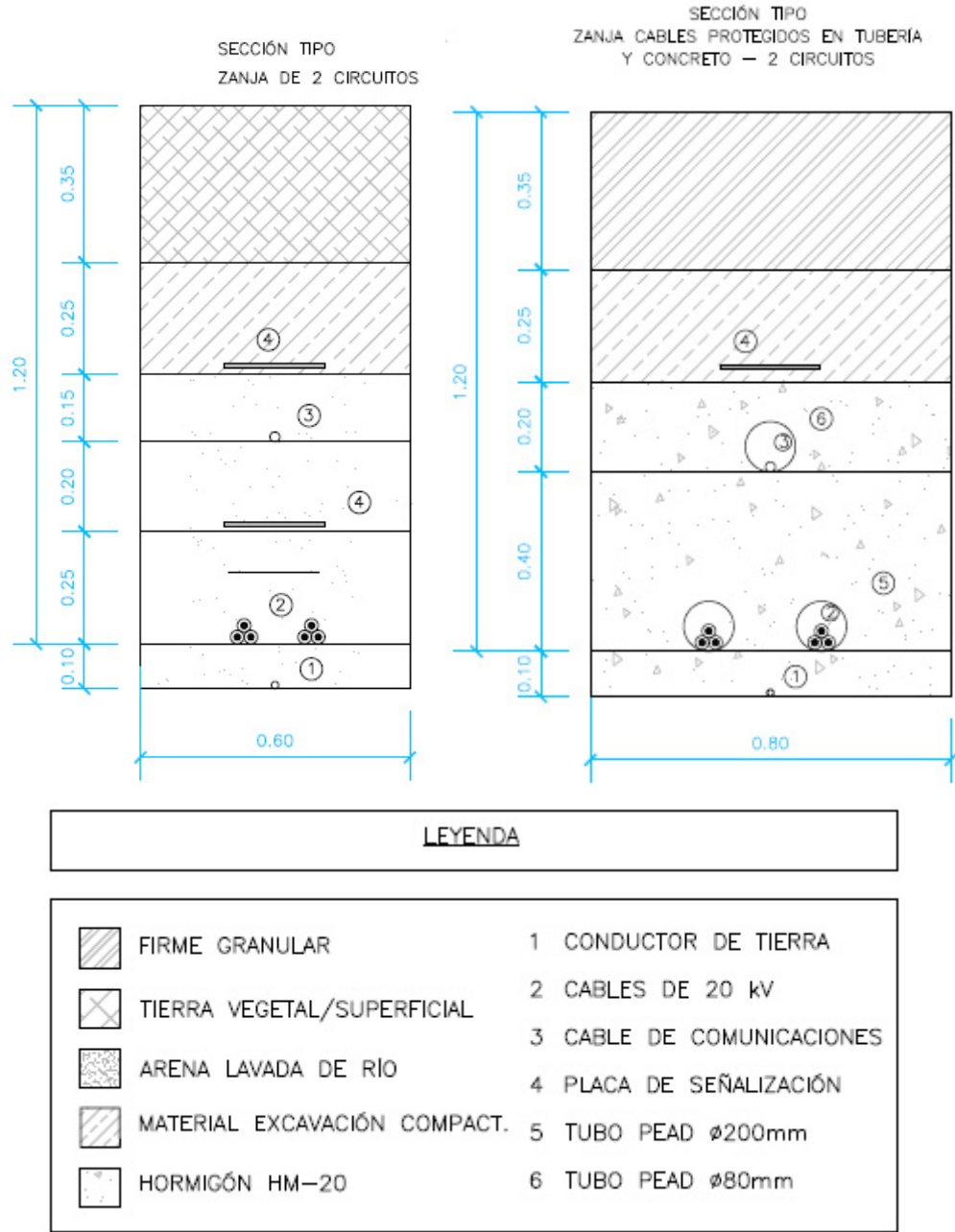
En la medida de lo posible se plantea que no exista afección directa por elementos del parque eólico a las parcelas seleccionadas. Como elemento más cercano se encuentra la infraestructura de evacuación de MT de la PSFV, cuyo trazado se ha diseñado al otro lado del camino colindante a la parcela 34 del polígono 102.

caminos LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 6 de 39

Con la línea de MT de la PSFV construida, se plantea que el diseño al detalle de la zanja de MT del PE quede en el lado opuesto y/o se adapte para minimizar la influencia del presente proyecto con la PSFV. La sección tipo de la zanja de MT del PE Opel Fase IVB sigue la estructura de la zanja de la izquierda, y siempre que se cruce un camino, la sección típica de la derecha:

Imagen 2 Sección tipo zanja de 2 circuitos libre de cruces (izquierda)/ Sección tipo zanja de 2 circuitos cruces viales(derecha)



Fuente: Elaboración propia

caminos LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 7 de 39

4.- DESCRIPCIÓN DEL PARQUE EÓLICO

El Proyecto Opel Fase IVB consta de los siguientes elementos:

- Tres (3) aerogeneradores con sus cimentaciones.
- Tres (3) plataformas de montaje para los aerogeneradores.
- Una (1) torre de medición.
- Caminos internos de acceso a los aerogeneradores.
- Zanjas para circuitos de media tensión (MT), red de tierras y de fibra óptica (FO).
- Instalaciones temporales para la fase de construcción que serán desmanteladas al concluir dichos trabajos.

También se instalará un centro de seccionamiento y medida en la salida de la posición A3, que permitirá disponer de un contador fiscal para la facturación de energía al Cliente y seccionar la línea de evacuación para tareas de mantenimiento.

Para una vista general del proyecto se puede consultar el *Plano 02*.

4.1.- Poligonal del Parque Eólico

Todas las infraestructuras de generación eléctrica a través de la energía eólico, así como sus infraestructuras auxiliares se enclavan dentro de una poligonal imaginaria que queda definida por sus vértices. Las coordenadas de estos son:

Tabla 1. Vértices de la poligonal (coordenadas ETRS89 30T)

Elemento	X (m)	Y (m)	Z(m)
Vértice P1	648 000	4 623 926	273
Vértice P2	648 110	4 621 760	291
Vértice P3	648 967	4 621 795	282
Vértice P4	648 785	4 624 070	265

Fuente: Barlovento, elaboración propia

No quedan integradas en dicha poligonal, la subestación eléctrica existente de conexión ni la totalidad del trazado de las zanjas de meda tensión.

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 8 de 39

4.2.- Ocupación del Proyecto

Todas las fincas ocupadas permanentemente pertenecen al municipio de Pedrola, en la provincia de Zaragoza, en la comunidad autónoma de Aragón

La relación de ocupaciones permanentes es:

Tabla 2. Relación de ocupaciones permanentes

POLÍGONO	PARCELA	CÓDIGO	MUNICIPIO
102	159	50205A102001590000BH	Pedrola
102	108	50205A102001080000BF	Pedrola
102	9007	50205A102090070000BM	Pedrola
02	98	50205A102000980000BW	Pedrola
102	91	50205A102000910000BI	Pedrola
102	89	50205A102000890000BJ	Pedrola
102	90	50205A102000900000BX	Pedrola
102	87	50205A102000870000BX	Pedrola
102	9003	50205A102090030000BP	Pedrola
102	74	50205A102000740000BQ	Pedrola
Sin identificar en Catastro		Cam. A Pedrola	Pedrola
102	13	50205A102000130000BT	Pedrola
Sin identificar en Catastro		Cam. Aneto	Pedrola
CL General Motors (Pradillo), 12 Pedrola		0434501XM5203S0001IJ	Pedrola
Sin identificar en Catastro		C. Gral. Motors	Pedrola
PL Entrerríos, 1 Pedrola		3510001XM5331B0001ZX	Pedrola

Fuente: Barlovento, elaboración interna

4.3.- Aerogeneradores

El Proyecto OPEL FASE IVB constará de 3 aerogeneradores de rotor 163 m y 6.9 MW de potencia unitaria. Cada aerogenerador dispondrá de su propio transformador y entregará la potencia generada a la red de interconexión interna del parque eólico de media tensión (20 kV).

	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 9 de 39

Las características principales del modelo son las siguientes:

Tabla 3. Características básicas del aerogenerador

Modelo de aerogenerador	N163-6.9 MW
Vin-Vout (m/s)	3-26
Potencia Nominal (MW)	6.9 MW
Altura de buje (m)	118
Diámetro del rotor (m)	163
Origen de la curva de potencia y Ct	Fabricante

Fuente: Barlovento, a partir de datos del fabricante

De forma genérica se describe su funcionamiento de la siguiente manera:

El viento mueve las palas del aerogenerador y a través de un sistema mecánico de engranajes hacen girar el rotor. La energía mecánica rotacional del rotor es transformada en energía eléctrica por el generador. Las características principales de un aerogenerador son:

- Operación con paso y velocidad variable.
- El sistema góndola-carcasa protege las partes fundamentales del aerogenerador.
- Las palas del rotor transmiten la potencia del viento hacia el buje.
- El buje es la parte que une las palas del rotor con el eje de baja velocidad.
- El eje de baja velocidad conecta el buje del rotor al multiplicador. Su velocidad de giro es muy lenta.
- El multiplicador, permite que el eje de alta velocidad gire mucho más rápido que el eje de baja velocidad.
- El eje de alta velocidad gira a gran velocidad y permite el funcionamiento del generador eléctrico.
- El generador eléctrico es una de las partes más importantes de un aerogenerador. Transforma la energía mecánica en energía eléctrica.
- La unidad de refrigeración es un mecanismo que sirve para enfriar el generador eléctrico.

 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 10 de 39

- La torre que es la parte del aerogenerador que soporta la góndola y el rotor.
- El controlador electrónico, es un ordenador que monitoriza las condiciones del viento y controla el mecanismo de orientación.
- El mecanismo de orientación está activado por el controlador electrónico, la orientación del aerogenerador cambia según las condiciones del viento.

A continuación, se especifican las características de cada elemento principal, esta información ha sido sacada del Developer Package del tecnólogo fabricante de los aerogeneradores:

4.3.1.- Elementos principales

Rotor

El rotor estará compuesto de tres palas, el buje y todos los mecanismos necesarios para la regulación y seguridad del aerogenerador (protección contra descargas atmosféricas, posicionamiento de las palas, sistema de ajuste, sistema de frenado o parada, etc.).

Las palas tendrán una longitud de 81.50 metros y estarán realizadas en fibra de vidrio reforzada con resina epoxi y con un recubrimiento superficial liso destinado a protegerlos de la radiación UV y a mantener su color. Cada pala se compone de dos secciones unidas, soportadas por vigas y refuerzos internos. La pala del rotor se somete a pruebas estáticas y dinámicas de acuerdo con las directrices IEC 61400-1 e IEC 61400-23.

Este diseño consigue:

- Alta eficiencia.
- Durabilidad.
- Bajas emisiones sonoras.
- Bajas cargas mecánicas.
- Ahorro de material.

El buje está formado por un elemento de base con sistema de soporte y un rotor. El elemento de base consiste en una estructura rígida de fundición, sobre la que se montan los cojinetes de paso y las palas del rotor.

El sistema de paso sirve para ajustar el ángulo de paso de las palas del rotor fijado por el sistema de control. El sistema de paso está compuesto por cilindros hidráulicos independientes para el ajuste del ángulo de paso de cada pala del rotor. Cada pala tiene un acumulador de nitrógeno situado en el buje, donde hay suficiente suministro

 	
Expediente	Fecha
2025-01-01	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 11 de 39

permanente de aceite presurizado para garantizar que la cuchilla pueda entrar en la posición de pluma, incluso en el caso de una alimentación insuficiente de la unidad hidráulica.

Góndola

La góndola contiene los componentes mecánicos y eléctricos esenciales del aerogenerador, estos son:

El **transformador** convierte la baja tensión del sistema generador/convertidor en la media tensión definida por el punto de alimentación.

En el **armario de control** del aerogenerador se encuentran todos los componentes eléctricos necesarios para el control y la alimentación de la turbina.

El **freno mecánico del rotor** permite al aerogenerador bloquearse durante los trabajos de mantenimiento. Para ello, la bomba hidráulica genera una presión de aceite suficiente.

El **convertidor** conecta la red eléctrica con el generador, lo que significa que el generador puede funcionar con velocidades de giro variables.

La **multiplicadora** aumenta la velocidad del rotor hasta que alcanza la velocidad requerida por el generador. Los rodamientos y los engranajes se lubrican continuamente con aceite, una bomba de dos etapas permite la circulación del aceite. Un elemento filtrante combinado con filtro grueso, fino y ultrafino retiene las partículas sólidas, el sistema de control supervisa la contaminación del elemento filtrante.

El aceite para engranajes utilizado para la lubricación también refrigera la multiplicadora. Las temperaturas de los rodamientos de la multiplicadora y del aceite se controlan continuamente. Si no se alcanza la temperatura óptima de funcionamiento, un bypass térmico devuelve el aceite para engranajes directamente a la multiplicadora. Si se supera la temperatura de funcionamiento del aceite de la multiplicadora, éste se enfría.

La refrigeración de la caja de cambios se realiza con un refrigerador de aceite/agua que se instala directamente en la multiplicadora. El agua de refrigeración se refrigera junto con el agua de refrigeración del generador, el convertidor y el transformador en un refrigerador pasivo situado en el techo de la góndola.

El **eje del rotor** se apoya en el cojinete del rotor dentro de la góndola. En el cojinete del rotor se ha integrado un bloqueo de este, con el que se puede bloquear mecánicamente de forma fiable.

 	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 12 de 39

Un **acoplamiento** actúa como conexión de transmisión de par entre la caja de cambios y el generador.

El **generador** es una máquina de inducción de 6 polos doblemente alimentada. Un intercambiador de calor aire/agua está montado en el generador.

Todos los conjuntos de góndola están protegidos contra el viento y las condiciones meteorológicas mediante una **carcasa**.

Torre

El aerogenerador escogido es de clase N163/6.9 MW que se instalará sobre torre tubular de acero, se compone de 4 secciones hasta llegar a una altura de buje de 118 m.

La torre de acero es cilíndrica y consta de varias secciones. Esta torre está atornillada a la jaula de anclaje empotrada en los cimientos. La protección contra la corrosión está garantizada por un sistema de revestimiento de la superficie según la norma ISO 12944.

Un elevador de servicio, la escalera vertical con sistema de protección contra caídas, así como plataformas de descanso y plataformas de trabajo en el interior de la torre (según el modelo) permiten un ascenso protegido de la intemperie hasta la góndola.

La estructura de los cimientos de todas las torres depende de las condiciones del suelo y de la ubicación prevista.

Señalamiento

Los aerogeneradores irán pintados íntegramente en color blanco, con una cromaticidad comprendida dentro de los límites establecidos, de conformidad con el actual RD 862/2009 “Normas Técnicas de Diseño y Operación de Aeródromos de Uso Público”,

Las características de las luces utilizadas en la iluminación de los aerogeneradores del parque eólico deben cumplir con lo indicado en la tabla 6.3 del RD 862/2009.

Respecto a la torre meteorológica de parque, se señalizará la instalación en franjas iguales de color rojo y blanco, alternadas, con un ancho de un séptimo de la altura total, y distribuidas de forma que la primera y la última sean de color rojo.

Iluminación

Las características de la iluminación, en cuanto a su tipo y ubicación, varían en función de la altura del aerogenerador y de su localización respecto de las servidumbres aeronáuticas. Dado que los aerogeneradores se encuentran fuera de zonas afectadas por servidumbres aeronáuticas y su altura, 179.50 m, es mayor de 150 m, deberán

 	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 13 de 39

contar con iluminación superior y requerirán de luces adicionales intermedias en su torre. La iluminación estará sincronizada entre todos ellos, tanto de día como de noche.

Para el balizamiento nocturno de la torre meteorológica, se instalarán luces de obstáculo en la parte más alta de la torre, así como en un nivel intermedio, a la altura de 60 metros sobre el terreno, que emitirán luz roja fija omnidireccional, de forma que la instalación quede indicada en todos los ángulos de azimut.

Con el fin de asegurar la fiabilidad de los sistemas de iluminación instalados, se debe disponer de un dispositivo monitor remoto de aviso de alarma en caso de fallo, así como de una fuente de energía secundaria que asegure el funcionamiento de la iluminación al menos en las 12 horas siguientes.

4.3.2.- Ubicación de los aerogeneradores

En la tabla siguiente se muestran las coordenadas de los aerogeneradores

Tabla 4. Ubicación de los elementos (coordenadas ETRS89 30T)

Elemento	X (m)	Y (m)	Z(m)
Aerogenerador A3	648 714	4 623 534	268
Aerogenerador A4	648 734	4 622 878	278
Aerogenerador A5	648 201	4 622 803	278

Fuente: Barlovento, a partir de datos del Cliente

4.4.- Torre de medición del parque

Previamente a la construcción del parque y con objeto de disponer de un registro histórico de los datos de viento que mejore los datos existentes, se instalará una torre meteorológica de 99 metros de altura en la siguiente posición:

Tabla 5. Posición propuesta de la torre de medición

Elemento	X (m)	Y (m)	Z (m)
Torre (TP)	648 201	4 622 803	278

Coordenadas UTM (ETRS89)

Es decir, se instalará en la posición del aerogenerador 5 y se dismantelará previamente al inicio de la construcción del Parque, para volverla a montar en su posición definitiva donde permanecerá hasta el dismantelamiento del parque eólico.

La posición definitiva de la torre de medición será:

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 14 de 39

Tabla 6. Posición definitiva de la torre de medición

Elemento	X (m)	Y (m)	Z (m)
Torre (TP)	648 345	4 621 939	288

Coordenadas UTM (ETRS89)

Esta torre meteorológica tiene la función de obtener datos meteorológicos para ayudar en el mantenimiento y la operación del parque y poder calibrar la eficiencia de los aerogeneradores instalados.

La torre meteorológica está formada por una estructura en celosía para la sujeción de los aparatos de medida constituida por perfiles angulares de acero galvanizado en caliente, atornillados entre sí y empotrado en el terreno en bloque de hormigón. Se estabilizará su verticalidad mediante dos grupos de tensores (retenidas) anclados a una cimentación fijada al terreno en tres direcciones distintas que formarán 120 grados entre sí en su vista en planta.

La torre irá equipada con diferentes instrumentos de medición de variables meteorológicas como la velocidad y dirección del viento, además de la temperatura, la presión y la humedad del ambiente. Estos instrumentos irán colocados sobre brazos metálicos de sección circular con el fin de minimizar el rozamiento producido con el viento y la creación de pequeños remolinos que puedan desvirtuar la medición. Estos brazos estarán dispuestos de manera que su dirección sea perpendicular a la del viento dominante.

La torre de medición tiene su explanada de acopio para tumbar la torre, zona de trabajo (incluyendo trasiego de grúa), acceso y zanja para cable de BT y fibra.

Se recogerán medidas de velocidad a 4 alturas (99.5, 95.50, 80 y 60 metros) de dirección a 3 alturas (95, 77 y 57 metros), de temperatura y humedad a una altura (91.50 metros) y de presión a una altura (91.50 metros). Estos sensores se colocarán en una torre del fabricante de 97.35 metros (torres de celosía). En el terreno únicamente se colocarán pequeños anclajes para la sujeción de la torre y los vientos.

La torre también vendrá equipada con un sistema de adquisición de datos de bajo consumo ORBIT 360, capaz de almacenar los datos de los diferentes sensores realizando medidas cada segundo, efectuando medias diezminutales y almacenando la información en una tarjeta de memoria. El sistema de adquisición de datos estará encerrado en un armario de intemperie con su correspondiente soporte de armario a torre, que servirá de protección frente a las inclemencias ambientales y cuenta con cierre con llave para impedir su manipulación.

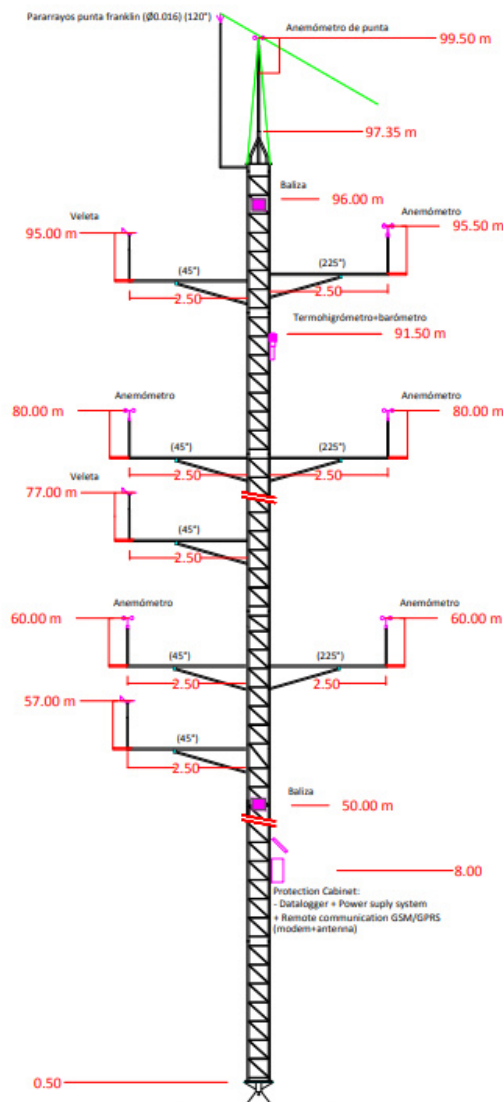
 	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 15 de 39

La torre dispone de un módulo de comunicaciones GSM/GPRS que permite la descarga remota, vía telefónica, de los datos almacenados por el sistema de adquisición de datos en la tarjeta de memoria.

Por último, la alimentación del sistema de adquisición de datos, equipos meteorológicos y sistema de transmisión de datos se realiza mediante un sistema de alimentación autónomo, formado por un panel fotovoltaico de 230 W y dos baterías de respaldo de 12 V (200 Ah), que permiten realizar operaciones independientemente del sistema de alimentación principal.

Imagen 3. Esquema conceptual de la torre de medición



Fuente: Barlovento, elaboración propia

caminos  Colaborador de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 16 de 39

4.5.- Obra civil

4.5.1.- Cimentación del aerogenerador

Con base en los materiales esperados en el sustrato, se ha supuesto una cimentación superficial consistente en una zapata circular de canto variable de 22.6 metros de diámetro, donde se embebe el anclaje de pernos de conexión a la torre.

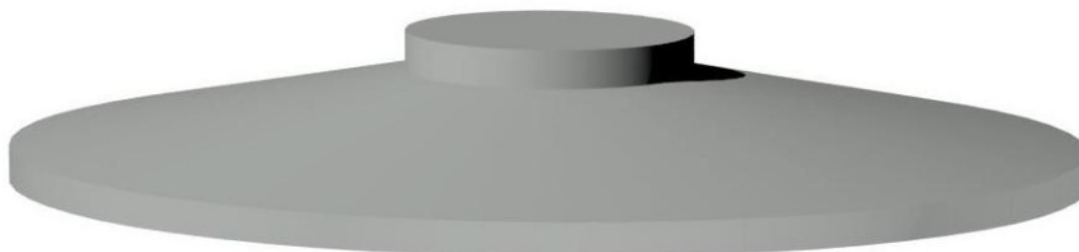
Para la realización de la ingeniería de detalle de la cimentación del aerogenerador se deberá realizar un estudio geotécnico en detalle con los parámetros requeridos por el cliente y solicitar al fabricante las cargas transmitidas a la cimentación.

La documentación proporcionada por el fabricante contendrá al menos:

- Cargas extremas
- Cargas de fatiga
- Matrices de Markov

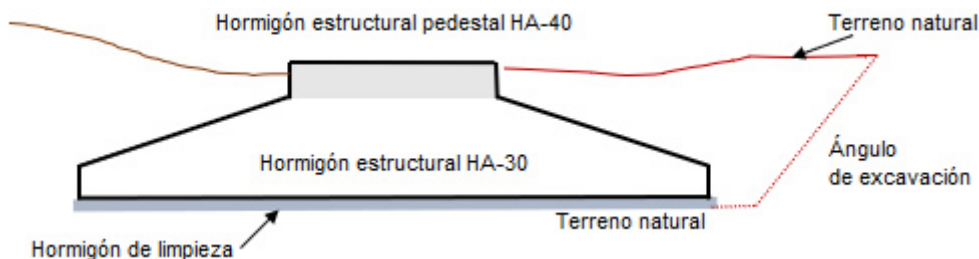
El esquema de zapata de este predimensionamiento es el siguiente:

Imagen 4. Concepto 3D de zapata de aerogenerador



Fuente: Barlovento, elaboración interna

Imagen 5. Esquema dimensional de zapata (sin escala)



Fuente: Barlovento

Las dimensiones seleccionadas en este prediseño son:

caminoS 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 17 de 39

Tabla 7. Predimensionamiento de zapata

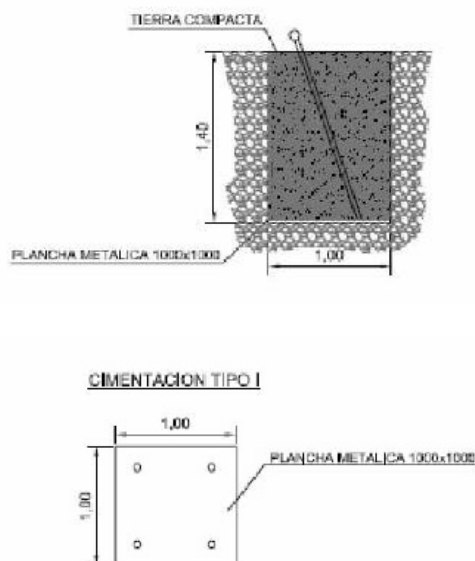
PRINCIPALES CANTIDADES POR ZAPATA	
Hormigón estructural HA-30	647.18 m ³
Hormigón estructural pedestal HA-40	14.14 m ³
Acero de refuerzo en barras B500S	65 570 kg
Hormigón de limpieza HL-150	40.83 m ³
Superficie impermeabilización (si se requiriera)	379.5 m ²
Encofrado	44.45 m ²
Excavación	2 291.95 m ³
Material de relleno	1 593.40 m ³

Fuente: Barlovento, elaboración propia a partir de datos del fabricante

4.5.2.- Cimentación de la torre medición

En el caso de la torre de medición, la cimentación de la torre anemométrica será un dado de hormigón armado de dimensiones de 1x1x1.40 m³ y 6 dados de 1x1x1 m³ para cada una de las zapatas para sujetar los tensores. Este diseño preliminar deberá ser comprobado con el geotécnico de detalle

Imagen 6.Detalle cimentación torre de medición



Fuente: Barlovento, elaboración propia

caminoS 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 18 de 39

4.5.3.- Plataforma

En cada posición de aerogenerador se ha proyectado una plataforma de montaje y acopio dispuesta junto a su cimentación, para la instalación y puesta en marcha del aerogenerador.

Composición y estructura de las plataformas

La plataforma estará compuesta por las siguientes zonas:

- Zona de grúa principal.
- Zona de acopio de componentes de aerogenerador.
- Zona de acopio de palas.
- Zona de ensamblaje de pluma.

Paquete de firmes y capacidad portante en plataformas

En cada una de las diferentes zonas de la plataforma se garantizará las capacidades portantes siguientes:

- Plataforma de apoyo de grúa principal: se ha considerado un paquete de firmes de 15 cm de subbase + 15 cm de base en la plataforma de apoyo de grúa principal garantizando una capacidad portante de 4 kg/cm².
- Plataforma de acopio de componentes de aerogenerador: se mantendrá la superficie desbrozada y nivelada garantizando una capacidad portante de 2 kg/cm². Si el terreno existente no fuera suficiente, será necesario añadir un paquete de firmes para conseguir los valores mínimos requeridos.
- Plataforma de acopio de palas: se mantendrá la superficie desbrozada y nivelada.
- Plataforma de montaje grúa pluma: se mantendrá la superficie desbrozada y nivelada y con una capacidad portante, al menos de 1 kg/cm²

Taludes de excavación y terraplenado

Los taludes de desmonte y terraplén se han determinado a partir de la información analizada, considerando los siguientes valores:

- Talud en desmonte: 1H/1V
- Talud en terraplén: 3H/2V

 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 19 de 39

Pendientes de diseño

Las pendientes de diseño consideradas son las siguientes:

- Pendiente longitudinal en plataformas: $0,1\% \leq P \leq 1\%$ ajustándose a la topografía existente y optimizando el movimiento de tierras
- Pendiente longitudinal de la plataforma grúa principal: máx. 1% hacia la parte posterior de la grúa.
- Pendiente longitudinal en plataformas montaje de pluma: al ser terrenos casi planos, la pendiente no será superior al 0.5%.
- Pendiente transversal en plataformas: 0%.

4.5.4.- Caminos de acceso

Camino de acceso al Parque

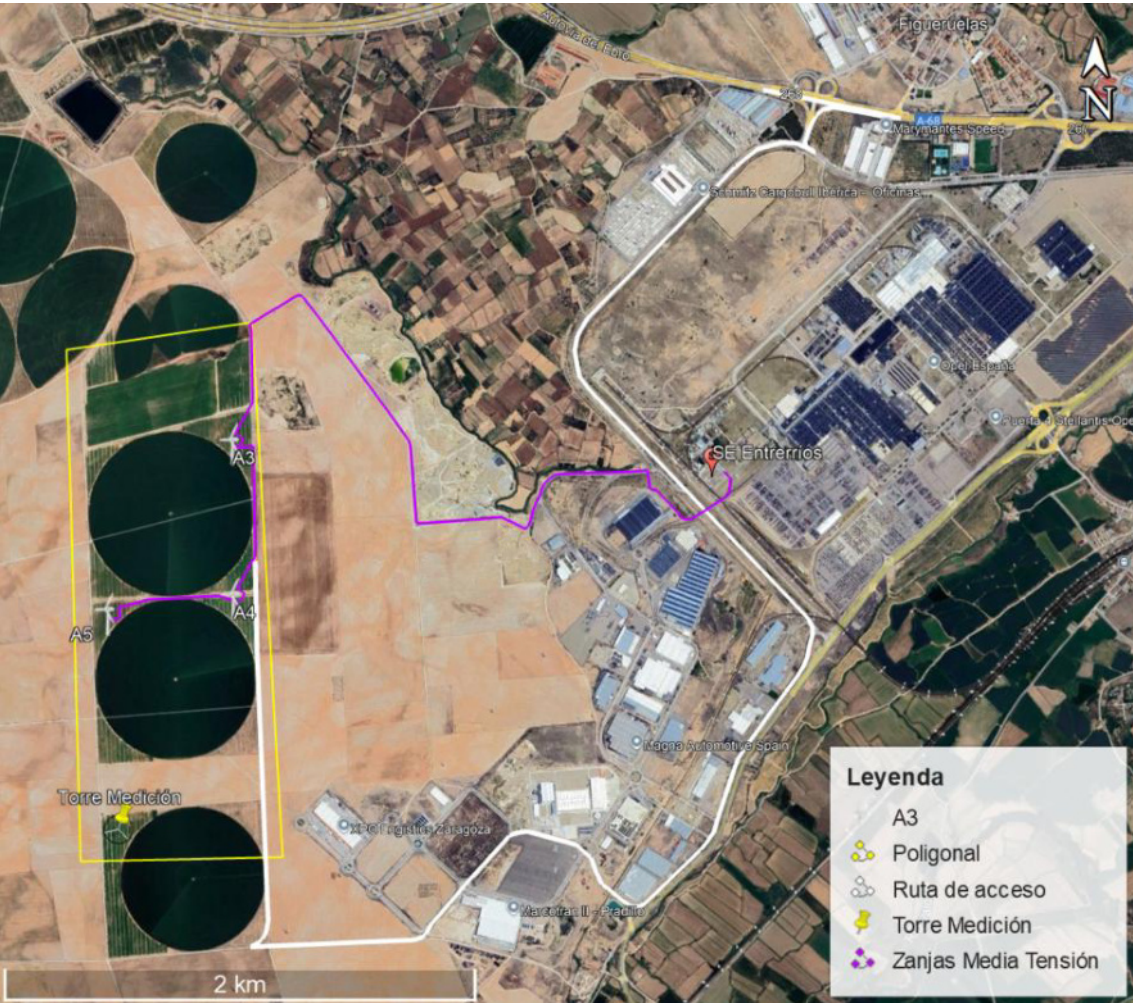
Se ha diseñado la ruta de acceso al parque desde la infraestructura de primer orden más próxima al emplazamiento, en este caso, la Autovía del Ebro A-68 en el tramo Figueruelas – Gallur, que fue puesto en servicio el 24 de marzo de 2021, perteneciente a la Red de Carreteras del Estado, lo que permitirá la llegada de los transportes especiales hasta este punto garantizando el cumplimiento de la normativa general vigente en cuanto a distancias de seguridad y visibilidad mínimas exigidas.

Una vez llegado al enlace de Figueruelas de la A-68 se abandonará esta para ingresar en el Polígono Industrial Entreríos y circular a través de las calles Pirineos (paralela a la A-122) y Teruel Oitura hasta llegar al camino del Pilón por el que se accederá al aerogenerador 4 y a la red de caminos internos del Parque. Esta ruta de acceso, de 9.27 kilómetros, queda plenamente identificada en la siguiente imagen (en blanco):

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 20 de 39

Imagen 7.Ruta de acceso al Parque



Fuente: Barlovento, sobre imagen de Google Earth

La sección transversal, así como los trazados en planta y perfil de toda la ruta serán acondicionados para conseguir los mismos parámetros de los caminos internos del parque, que se describen a continuación.

Red de caminos internos

La red de caminos internos permitirá el acceso a los aerogeneradores, servirá de base para el trazado de las canalizaciones de media tensión y, a su vez, conectará el parque con el acceso al sitio.

El camino principal recorre unos 1 610.52 metros desde el final de la ruta de acceso hasta el aerogenerador A5. De este camino nace un ramal de 166.85 metros que da acceso al aerogenerador A3 y otro de 163.29 metros que da acceso al aerogenerador A4.

La red de caminos internos del Parque queda definida en el Plano 02.

 LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 22 de 39

minimiza el impacto en la construcción de la sección transversal del camino (al permanecer constante) y se favorece las condiciones de seguridad y comodidad del tráfico circulante.

Trazado en alzado

El trazado en alzado es el resultado de considerar prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros. En el caso de parques eólicos, las pendientes máximas y acuerdos verticales mínimos están restringidos por la capacidad de los vehículos de transporte de solventar dichas rampas y acuerdos sin pérdidas de tracción ni colisiones.

Para la zona de estudio, se han escogido caminos de menos de 5% de pendiente longitudinal por lo que no requerirán ningún tratamiento superficial (pavimentos de hormigón).

Sección transversal

El ancho del camino será de 6 m para todos los ejes internos y de acceso a excepción de los ejes de acceso a torre (si se requiere) que serán de 4 m. No habrá sobreanchos en ningún tramo de los caminos de acceso ni internos del Parque.

Según los requerimientos del fabricante, el pavimento debe estar diseñado para soportar una carga de 12 t por eje y una capacidad de carga de 2 kg/cm².

Se ha considerado un paquete de firmes de 20 cm de subbase + 20 cm de base en todo el trazado, ya que las pendientes son menores del 5%. Se deberá evaluar la capacidad portante del terreno existente para ajustar dicho paquete de firmes.

Los taludes de desmonte y terraplén se han determinado a partir de la información analizada, considerando los siguientes valores:

- Talud en desmonte: 1H/1V
- Talud en terraplén: 3H/2V

La pendiente transversal en los caminos para evacuación de agua de lluvia se ha considerado del 2% desde el centro del camino.

caminos  LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 23 de 39

Elementos para el volteo

Para este parque no se ha diseñado ningún elemento de volteo para los camiones de transporte especial, debido a que se considera una vez descargado el material (góndolas, elementos de torre o palas del aerogenerador), el vehículo será capaz de dar la vuelta en el área disponible de plataformas.

Drenaje

El área donde se pretenden instalar los aerogeneradores y la torre es un terreno adaptado a la climatología del lugar con numerosos caminos y parcelas que evacúan el agua de lluvia mediante cunetas y obras de drenaje transversal.

Los caminos de acceso e internos del parque respetarán las dimensiones y las localizaciones de las cunetas y las obras de drenaje transversal existentes para garantizar la correcta evacuación del agua de lluvia recibida y evitar las inundaciones estacionales y la presencia de charcos que puedan causar daño a las infraestructuras del Parque y a sus alrededores. Se podrán aumentar sus secciones hidráulicas si así lo considera la dirección de obra y los estudios hidrológicos del emplazamiento.

No se han diseñado cunetas fuera de los caminos ni ninguna Obra de Drenaje Transversal (ODT) pues no se han localizado existentes.

4.5.5.- Zanjas de media tensión

Los circuitos de media tensión de los aerogeneradores compartirán zanja con los cables de comunicaciones. Se situarán a diferentes alturas y cumplirán con la normativa existente.

En caso de cruzamientos se empleará hormigón en lugar de arena como material de relleno.

Se podrá contar con una posición de reserva de cada circuito y un conductor de cobre desnudo como sistema de puesta a tierra.

Zanja en tierra

En los tramos libres de cruzamiento se acomodarán los cables sobre arena, lavada y debidamente tamizada, que envolverá los conductores directamente enterrados. La zanja tendrá una profundidad de 1.30 m desde la cota de la rasante.

El resto de la zanja se rellenará con tierras seleccionadas procedentes de la excavación y debidamente compactadas. La cinta de señalización de conductores quedará, como mínimo, a 30 cm de la superficie del terreno.

 	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 24 de 39

Zanja en cruces

Este tipo de canalización se aplicará en los cruces de la zanja con los caminos existentes, ya sean internos del Parque, de acceso u otros.

Los cruces serán rectos, a ser posible perpendiculares al eje de los caminos y estarán hormigonados en toda su longitud. En los extremos se colocarán arquetas prefabricadas de hormigón H-30 o superior.

La zanja tendrá una profundidad de 1.30 m desde la cota de la rasante. Se emplearán tubos de 200 mm de diámetro para las ternas de media tensión y tubos de 80 mm de diámetro para el cable de comunicaciones.

El resto de la zanja se rellenará con tierras seleccionadas procedentes de la excavación, debidamente compactadas, y con firme granular de zahorras. La cinta de señalización de conductores quedará, como mínimo, a 30 cm de la superficie del terreno.

4.5.6.- Superficies afectadas y Movimiento de tierras

En la siguiente tabla se expone de forma resumida, la afectación superficial de los distintos elementos del parque:

Tabla 8. Superficies afectadas

SUPERFICIE AFECTADA (m²)		
ELEMENTOS	DE PLENO DOMINIO	SERVIDUMBRES DE PASO
Cimentaciones	1 204	
Plataformas	1 672	21 504
Caminos internos del parque	11 644	
Zanjas de circuitos eléctricos MT		4 930
Vuelo de los aerogeneradores		62 602
Torre de medición	15	618
TOTAL	14 535	89 654

Fuente: Barlovento, elaboración propia

A lo anterior se incluye un edificio prefabricado de hormigón para albergar el centro de seccionamiento y medida, con unas dimensiones exteriores aproximadas 8.6x2.5x3.1 metros y una cimentación que consiste en una losa de hormigón de 0.3 metros de grosor.

camínos  Colaborador de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 25 de 39

También se creará un área estimada de 5 750 metros cuadrados para infraestructuras temporales y acopio, que será desmantelada después de la construcción del parque eólico.

La cantidad estimada del movimiento de tierras se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9. Movimiento de tierras estimado

MOVIMIENTOS DE TIERRA (m³)				
ELEMENTO	DESBROCE	DESMONTE	TERRAPLÉN	BALANCE ¹
Camino principal hasta A5	249	374	665	-291
Camino A3	100	150	267	-117
Camino A4	98	147	261	-114
Plataformas (x3)	1 384	19 375	22 142	-2 768
Cimentaciones (x3)	120	6 876	4 780	2 096
Torre de medición	2	23	21	2
Instalaciones temporales	575	8 050	8 625	-575
TOTALES	2 528	34 994	36 762	-1 768

Fuente: Barlovento, elaboración propia

Previo a la construcción de la explanada de los caminos o de la base de la plataforma, se deberá desbrozar la vegetación existente y retirar la tierra vegetal, si es que hubiera. Este material puede ser acopiado en obra para su posterior extensión sobre las áreas de trabajo temporal.

4.5.7.- Instalaciones temporales

En línea con los requerimientos de las obras y de la empresa proveedora del aerogenerador, se propone la creación de una zona temporal en el recinto durante la fase de construcción del Parque.

Se trata de una zona de aproximadamente 5 750 metros cuadrados, nivelada y drenada, que albergará las siguientes instalaciones.

- Área de oficinas y recepción de trabajadores y mercancías.

¹ Un balance de tierras negativo conlleva la aportación de material exterior a esa unidad de obra, por el contrario, el signo positivo indica que habrá excedentes de material en esa unidad de obra

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
unidades de obra	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 26 de 39

- Área de manipulación y almacenaje de componentes pequeños y materiales.
- Contenedores para vestuarios, comedor, botiquín, personal técnico de obra, etcétera.
- Aparcamiento.

Es preciso hacer notar que la zona no funcionará como zona de acopio para los componentes de gran tamaño del aerogenerador, pues esta labor la harán las plataformas.

Para su construcción se retirará la capa vegetal existente y se extenderá una capa de 20 cm de zahorra para regularizar el terreno y dotarla de un mínimo de pendiente para la evacuación de las aguas de lluvia.

4.6.- Infraestructura Eléctrica

4.6.1.- Introducción

Como se ha descrito en apartados anteriores, el Proyecto Opel Fase IVB está formado por tres aerogeneradores modelo N163-6.9 MW Nordex Acciona y una torre de medición.

Cada aerogenerador tiene una potencia nominal de 6 900 kW, con una tensión de generación de 950 V y vierte la energía generada a la red colectora a 20 kV.

Cada aerogenerador dispone de un centro de transformación en su interior (alojado en el base de la torre) que integra los siguientes elementos:

- Transformador elevador trifásico.
- Celdas de MT para protección del transformador de potencia y celdas de entrada y salida para interconexión con el resto de los elementos del sistema de MT.
- Cables de MT para unión del transformador elevador con su celda de protección.
- Conjunto de cables de tierra para unión de las celdas de media tensión y tierra.
- Sistema de telecomunicaciones mediante FO para poder controlar y monitorizar el parque eólico.

A continuación, pasamos a describir más en detalle cada uno de los elementos mencionados.

caminos 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 27 de 39

4.6.2.- Transformador elevador trifásico

El transformador de potencia instalado en el interior del aerogenerador tiene las siguientes características eléctricas principales.

- Frecuencia.....50 Hz
- Número de fases3
- Tensión nominal primaria20 kV
- Tensión nominal secundaria0.95 kV
- Grupo deDy5

4.6.3.- Celdas de media tensión

Los tipos de celda de media tensión empleadas en los centros de transformación, control y maniobra de los aerogeneradores serán del tipo con envolvente metálica, modulares y con aislamiento y corte en SF6.

Las principales características eléctricas son las mostradas a continuación.

- Tipo de instalación.....Interior aerogenerador
- Corriente nominal barras principales630 A
- Corriente nominal de corta duración(1s)20 kA
- Tensión nominal, Ur24 kV
- Frecuencia.....50 Hz

Las celdas deberán disponer en sus frontales de sinópticos o mímicos representativos que permitan su perfecta identificación.

Así mismo, contará con enclavamientos mecánico y eléctrico que asegure que la maniobrabilidad se lleva a cabo con la mayor seguridad posible para el personal y para los equipos.

Centros de maniobra

Según la posición que ocupa cada aerogenerador en la red interna de conexión del parque, se distinguen las siguientes configuraciones en el interior de cada aerogenerador:

 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 28 de 39

Tabla 10. Configuración de las celdas de los aerogeneradores.

AEROGENERADOR	CONFIGURACIÓN
Circuito 1	
A3	1L-1P-01L (Tipo II)
A4	1P-0L (Tipo I)
Circuito 2	
A5	1P-0L (Tipo I)

Fuente: Barlovento, elaboración propia

Las principales características de los centros Tipo I y Tipo II son las detalladas a continuación.

CENTRO TIPO I (1P+0L)

- **Celda de protección (1P).** Que incluye principalmente la siguiente aparamenta en MT.
 - Un (1) interruptor automático tripolar cuya misión es proteger al transformador elevador frente a sobrecargas y cortocircuitos.
 - Un (1) seccionador en carga con seccionador de puesta a tierra tripolar.
 - Tres (3) transformadores de corriente para medición y protección.
 - Un (1) relé de protección con, al menos, las siguientes funciones 50/51, 50N/51N, 27 y 59, que será el encargado de accionar la apertura del interruptor.
 - Tres (3) descargadores de sobretensión.
 - Un (1) juego de barras principales.
 - Una (1) pletina de puesta a tierra.
 - Un (1) testigo de presencia de tensión.
 - Un (1) juego trifásico de bornas de salida para los cables de MT con conexión enchufable.
- **Celda de remonte (0L).** Sirve para evacuar la energía a la red de diseño del parque en MT. Posee los siguientes elementos principales.
 - Un (1) seccionador de puesta a tierra tripolar.
 - Un (1) juego de barras principales.
 - Una (1) pletina de puesta a tierra.

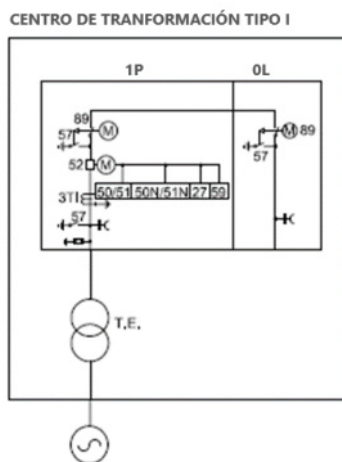
caminos  LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 29 de 39

- Un (1) testigo de presencia de tensión.
- Un (1) juego trifásico de bornas de salida para los cables de MT con conexión enchufable.

En la siguiente imagen puede verse el esquema unifilar para un centro de transformación Tipo I.

Imagen 9. Esquema unifilar Centro de Transformación tipo I.



Fuente: Barlovento, elaboración propia

CENTRO TIPO II (1L+1P+0L)

Es un centro de transformación, control y maniobra compuesto por tres celdas, que permite interconectar un aerogenerador con el siguiente y éste a su vez con otro aerogenerador o con el centro de control (subestación), como ocurre en el caso que nos compete.

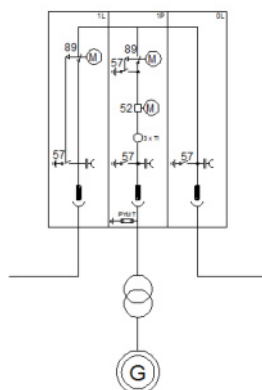
- **Celda de línea (1L).** Que incluye principalmente la siguiente aparamenta en MT.
 - Un (1) seccionador en carga con seccionador de puesta a tierra tripolar.
 - Un (1) juego de barras principales.
 - Una (1) pletina de puesta a tierra.
 - Un (1) testigo de presencia de tensión.
 - Un (1) juego trifásico de bornas de salida para los cables de MT con conexión enchufable.
- **Celda de protección (1P).** Que incluye principalmente la siguiente aparamenta en MT.

 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 30 de 39

- Un (1) interruptor automático tripolar cuya misión es proteger al transformador elevador frente a sobrecargas y cortocircuitos.
 - Un (1) seccionador en carga con seccionador de puesta a tierra tripolar.
 - Tres (3) transformadores de corriente para medición y protección.
 - Un (1) relé de protección con, al menos, las siguientes funciones 50/51, 50N/51N, 27 y 59, que será el encargado de accionar la apertura del interruptor.
 - Tres (3) descargadores de sobretensión.
 - Un (1) juego de barras principales.
 - Una (1) pletina de puesta a tierra.
 - Un (1) testigo de presencia de tensión.
 - Un (1) juego trifásico de bornas de salida para los cables de MT con conexión enchufable.
- **Celda de remonte (0L).** Sirve para evacuar la energía a la red de diseño del parque en MT. Posee los siguientes elementos principales.
 - Un (1) seccionador de puesta a tierra tripolar.
 - Un (1) juego de barras principales.
 - Una (1) pletina de puesta a tierra.
 - Un (1) testigo de presencia de tensión.
 - Un (1) juego trifásico de bornas de salida para los cables de MT con conexión enchufable.

Imagen 10. Esquema unifilar Centro de Transformación tipo II.



Fuente: Barlovento, elaboración propia

caminos  Colaborador de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 31 de 39

4.6.4.- Red colectora de media tensión

La función de la red colectora de media tensión, en 20 kV, es la de recoger toda la energía producida por el aerogenerador y transportarla hasta el punto de evacuación.

A través de circuitos subterráneos de MT se recoge la energía generada por los aerogeneradores para transportarla hasta una subestación existente propiedad de OPEL (SET 1) encargada de elevar la tensión de 20 a 220 kV para la conexión a la instalación del cliente con la red de transporte denominada ENTRERRÍOS 220.

También se instalará un centro de seccionamiento y medida (SET 3) en la salida de la posición A3, que permitirá disponer de un contador fiscal para la facturación de energía al Cliente y seccionar la línea de evacuación para tareas de mantenimiento.

Con base en los cálculos realizados, se prevén las siguientes secciones de cable.

Tabla 11. Secciones del cable

TIPO	TRAMO	SECCIÓN
Circuito 1	A4-A3	3 x (1 x 240 mm ²)
	A3-SET 3	3 x (1 x 500 mm ²)
Circuito 2	A5-SET 3	3 x (1 x 240 mm ²)
Circuito 3	SET 3-SET 1	3 x (1 x 400 mm ²)
Circuito 4	SET 3-SET 1	3 x (1 x 400 mm ²)

Fuente: Barlovento, elaboración propia

El diseño se ha realizado de forma que se minimicen tanto las pérdidas eléctricas como los costes de inversión.

El recorrido que seguirán los circuitos de media tensión se refleja en el plano de planta del circuito de MT (*Plano 08*)

El agrupamiento se prevé, por tanto, de la siguiente forma:

Tabla 12. Agrupamiento de los aerogeneradores

TIPO	TRAMOS	NÚMERO DE AEROGENERADORES	POTENCIA (MW)
Circuito 1	A4-A3-SET	2	13.80
Circuito 2	A5-SET	1	6.90

Fuente: Barlovento, elaboración propia

Las características principales de los cables de MT a utilizar son las que se indican a continuación.

 	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 32 de 39

Tabla 13. Características de los cables

CARACTERÍSTICA	VALOR
Tensión asignada	12/20 kV
Tipo	Unipolar
Aislamiento	RHZ1-0L
Material conductor	Al
Instalación	Enterrado/Bajo Tubo
Configuración	Al tresbolillo
Temperatura máxima en servicio permanente	90°C
Temperatura máxima en cortocircuito	250°C

Fuente: Barlovento, elaboración propia

Por regla general, los cables suelen instalarse directamente enterrados siendo el acceso al aerogenerador bajo tubo de plástico embebido en el hormigón de la cimentación. El paso de las líneas bajo viales también habrá de ser bajo tubo.

Para la instalación de los cables se ejecutarán zanjas. Por razones técnicas, económicas y ambientales, será conveniente que transcurran paralelas a los caminos de acceso al aerogenerador.

La entrada de los cables a la celda del aerogenerador se realizará con la ayuda de terminales enchufables de conexión reforzada.

4.6.5.- Red de comunicaciones

Las comunicaciones entre el aerogenerador, la torre meteorológica y el centro de control de los parques solares fotovoltaicos se realizará con fibra óptica (FO) monomodo de 24 fibras.

Esta red de comunicaciones permitirá el control y gestión del parque eólico.

El software y hardware será suministrado por el tecnólogo del aerogenerador.

El cable de FO deberá ser apto para la instalación en intemperie y con cubierta no metálica antirroedores.

La red de telecomunicaciones se instalará en la misma zanja que la red de media tensión, directamente enterrado o bajo tubo bajo las mismas consideraciones expuestas para los cables de media tensión. Por lo que se instalará un total de **5 153 metros** de cable de fibra óptica.

	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 33 de 39

4.6.6.- Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad del Parque Eólico y comprenderá las tierras de protección y de servicio.

Se realizará mediante conductor de cobre desnudo con una sección mínima de 50 mm².

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones, garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles.

Los objetivos de la red de tierra única son los siguientes:

- Mejorar la seguridad del personal de servicio del parque, minimizando las tensiones de paso y contacto.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo con objeto de limitar su paso al terreno y minimizar la elevación del potencial de tierra GPR.
- Proporcionar un camino de retorno a la corriente de fallo y evitar que ésta retorne por el sistema de comunicaciones, lo que daría lugar a la destrucción de este.

Sistema de puesta a tierra de los aerogeneradores

El diseño estándar de puesta a tierra del aerogenerador comprende tres electrodos de acero galvanizado o hilo trenzado de cobre desnudo con tres radios diferentes en el interior de la cimentación que se conectan a la armadura cada cinco metros según la norma UNE-EN 62305-3.

En el anillo exterior de puesta a tierra de la cimentación, se conectarán cuatro conductores cortos de puesta a tierra conectados cada 90° en el anillo de cimentación exterior y conducidos fuera de la cimentación para la conexión de electrodos adicionales. El uso de estos electrodos adicionales pudiera ser necesario en caso de que la resistividad del suelo fuera elevada, y por tanto no se llegara a los valores de resistencia de puesta a tierra exigidos por la normativa o no se cumplieran los valores admisibles de tensiones de paso y contacto en el acceso del aerogenerador. Estas cuatro conexiones se protegerán contra la corrosión envolviéndolas con cinta anticorrosión.

Se recomienda un valor máximo de resistencia de puesta a tierra de 10 ohmios (véase la norma IEC 61400-24 y CEI 62305-3), medida preferentemente con el apantallamiento de los cables de red desconectados. En el caso de las tomas de tierra en suelos rocosos

	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 34 de 39

el requisito de 10 ohmios no es aplicable, tal y como puede consultarse en las normas UNE EN 62305-3 y UNE-EN 61400-24 y de las especificaciones del propio tecnólogo.

La unión de cables y el conexionado de las picas se resolverá con conectores de compresión.

El sistema de tierras deberá ser confirmado una vez se realicen las medidas de resistividad del terreno.

Sistema de puesta a tierra de la red colectora de media tensión

Por la misma canalización que discurren los cables de media tensión y la FO se prevé la instalación del cable de puesta a tierra de cobre desnudo de sección mínima de 50 mm² que unirá el sistema de puesta a tierra del aerogenerador con el sistema de puesta a tierra de los centros de generación y seccionamiento.

Con esta unión se logrará una mejor disipación de la energía en caso de defecto a tierra mejorando de esta manera el sistema de puesta a tierra.

Sistema de puesta a tierra de la torre de medición

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V, según la instrucción ITC-BT-18 del reglamento de baja tensión.

Se instalará un único sistema que cumpla con las condiciones de protección contra el rayo y para protección de los equipos eléctricos de baja tensión, de comunicaciones y como cumplimiento de los criterios de seguridad del sistema de puesta a tierra.

Para ello la torre de medición contará con un pararrayos en la parte más alta de la torre de medición, teniendo un cable conductor de 50 mm² de cobre que descenderá por la estructura de la torre hasta un sistema de puesta a tierra, realizado alrededor de la torre mediante cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección mínima. En las cuatro esquinas de dicha red se colocarán 4 picas alineadas clavadas en el terreno, de dimensiones 1.50 metros y diámetros de 16 milímetros.

4.6.7.- Arquetas

En los cambios de dirección con el objeto de facilitar la manipulación de los cables se podrán instalar arquetas.

Así mismo, en los tramos rectos se podrán instalar arquetas intermedias registrables con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro para el tipo de cable que se va a utilizar.

 	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 35 de 39

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

4.6.8.- Centro de seccionamiento y medida

Se instalará un centro de seccionamiento y medida en la salida de la posición A3, que permitirá disponer de un contador fiscal para la facturación de energía al Cliente y seccionar la línea de evacuación para tareas de mantenimiento.

En el interior, se encuentran dos zonas independientes y separadas: sala para las celdas y sala de control, telecomunicaciones y operación.

A continuación, se muestran las coordenadas donde se ubica, dentro de la parcela 75 del polígono 102.

Tabla 14. Ubicación del centro de seccionamiento y medida (UTM ETRS89)

ELEMENTO	X (m)	Y (m)
Centro de seccionamiento y medida	648 762	4 623 647

Las celdas alojadas en el interior serán aisladas en gas SF₆, y se ubicará:

- Dos (2) celdas de entrada de línea (circuito 1 y 2).
- Una (1) celda de medida.
- Dos (2) celdas de salida de línea hacia la subestación 1 (circuitos 3 y 4).

Las características eléctricas principales de las celdas del sistema de 20 kV son las mostradas a continuación:

- Intensidad nominal (A).....630
- Tensión nominal (kV).....20
- Frecuencia (Hz).....50
- Intensidad de cortocircuito, 1 s (kA).....25

El centro de seccionamiento y medida consiste en un edificio prefabricado de hormigón con unas dimensiones exteriores aproximadas 8.60 x 2.50 x 3.10 metros. La cimentación del centro constará de una losa de hormigón armado que permita que al menos estos elementos estén 20 cm sobre el terreno natural. Se estima para un diseño preliminar que la losa tendrá 0.30 m de grosor y será de hormigón armado HA-25 y acero B500.

Como trabajo previo, se deberá retirar la cubierta de tierra vegetal y el material inadecuado en la zona de apoyo de la losa.

	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 36 de 39

5.- PLAZO DE EJECUCIÓN

La duración total prevista para la elaboración y construcción del Proyecto es de algo más de ocho (8) meses, distinguiéndose la duración total prevista de las obras en seis meses y medio (6.5) más otro mes y medio (1.5) para la elaboración de la ingeniería de detalle y los ensayos y estudios complementarios del emplazamiento.

caminos  Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 37 de 39

6.- PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN

Asciende el Presupuesto Preliminar de Ejecución Material de la construcción del Proyecto Opel Fase IVB a la expresada cantidad de **21 249 151.44 €** (VEINTIÚN MILLONES DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS).

caminos  Colaborador de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 38 de 39

7.- CONCLUSIÓN

El presente documento se considera suficientemente descrito para cumplir con el objetivo propuesto, se espera que se encuentre todo en conformidad para que surta los efectos precisos.

Alfonso García Molina, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, colegiado nº 36847
del Ilustrísimo Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la
demarcación de La Rioja.

Al servicio de la empresa Barlovento Recursos Naturales S.L.U.

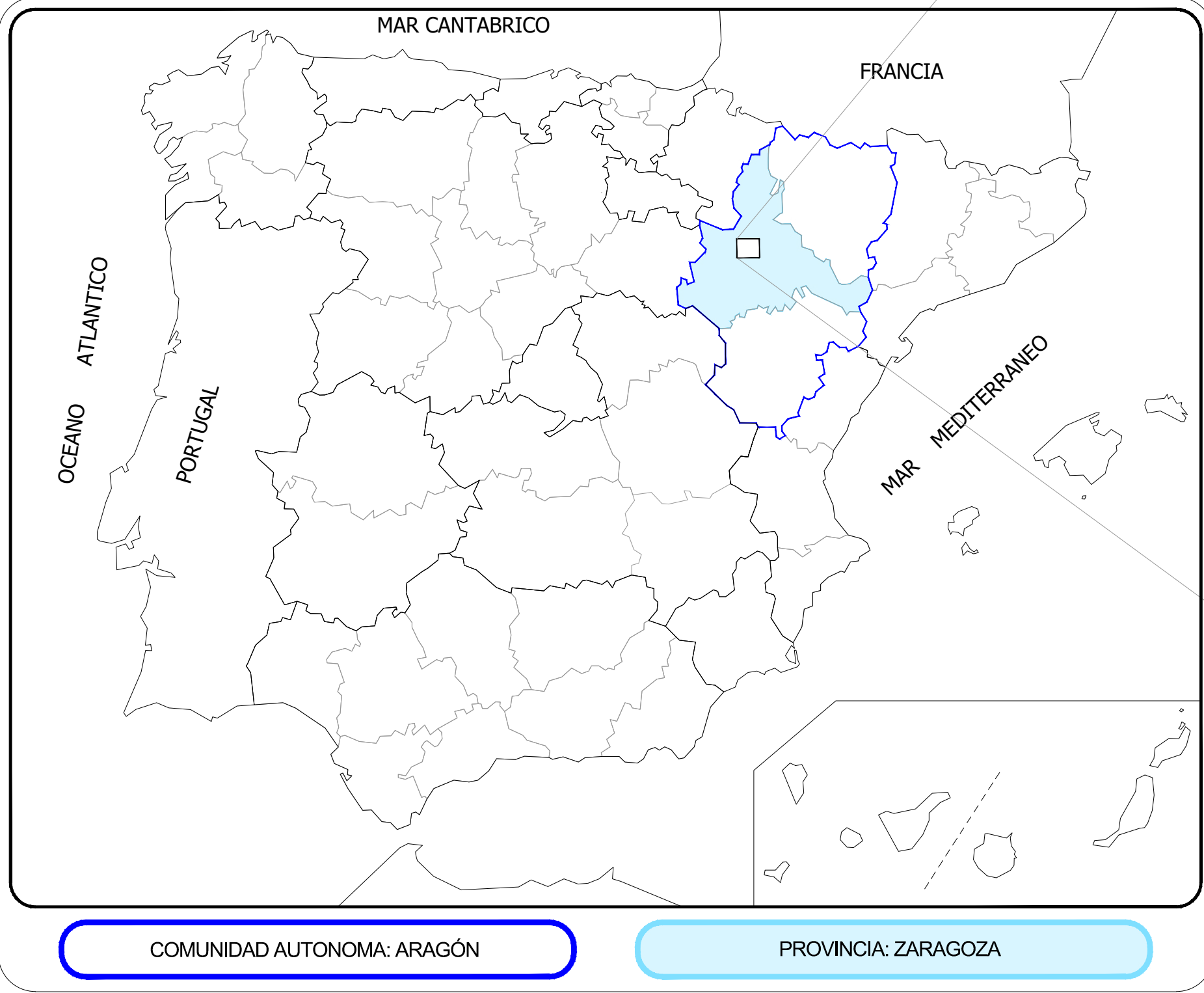
En Logroño a 27 de diciembre de 2024

caminos  Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	
LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA SEPARATA SALIX	REFERENCIA K24-06-01-S7	REVISIÓN 00
		FECHA 27-12-2024	PÁGINA 39 de 39

8.- PLANOS

caminos  Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana LA RIOJA	
Expediente	Fecha
2025/00391/04	20/02/2025
VISADO	

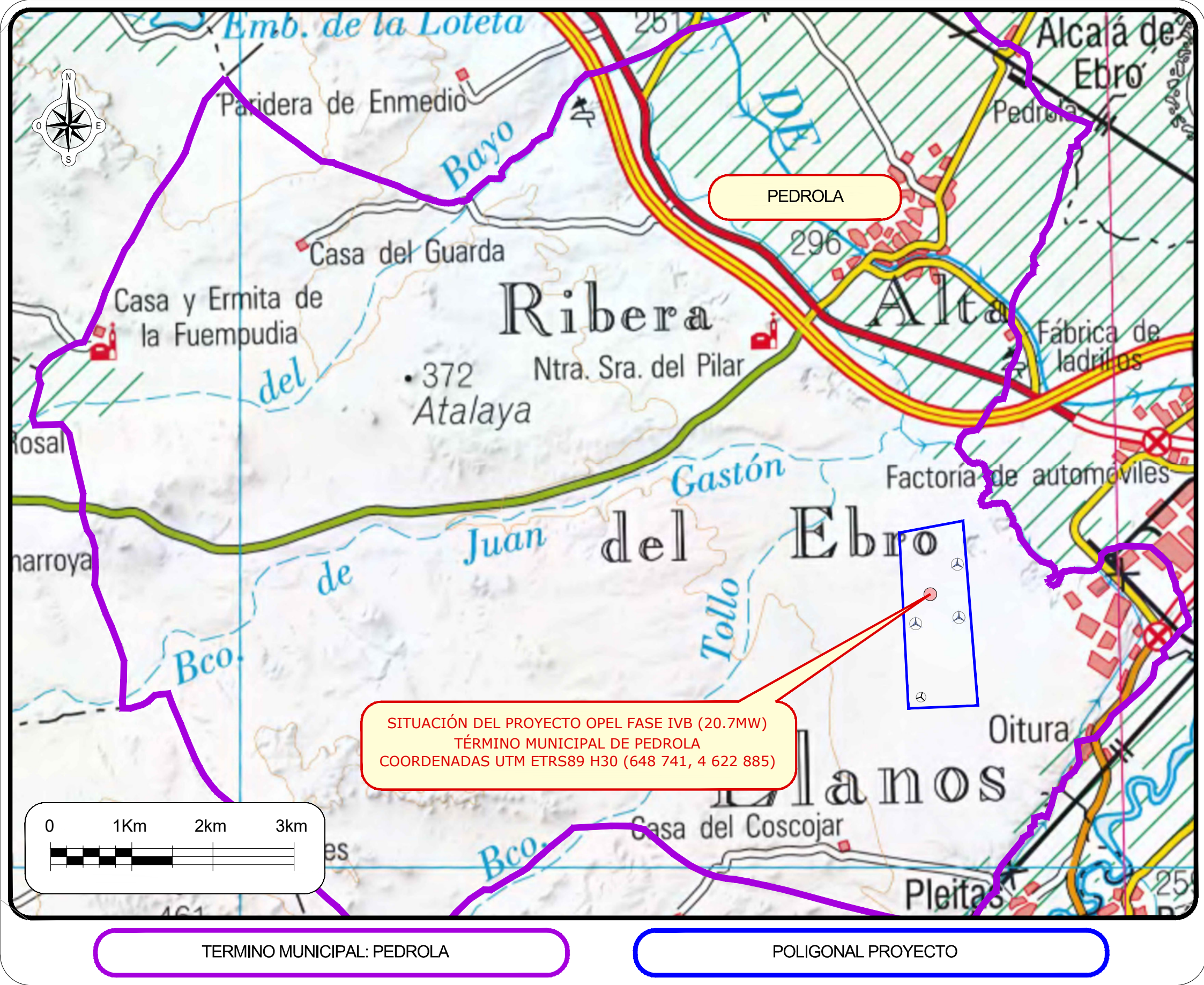


LEYENDA

SITUACIÓN OPEL FASE IVB

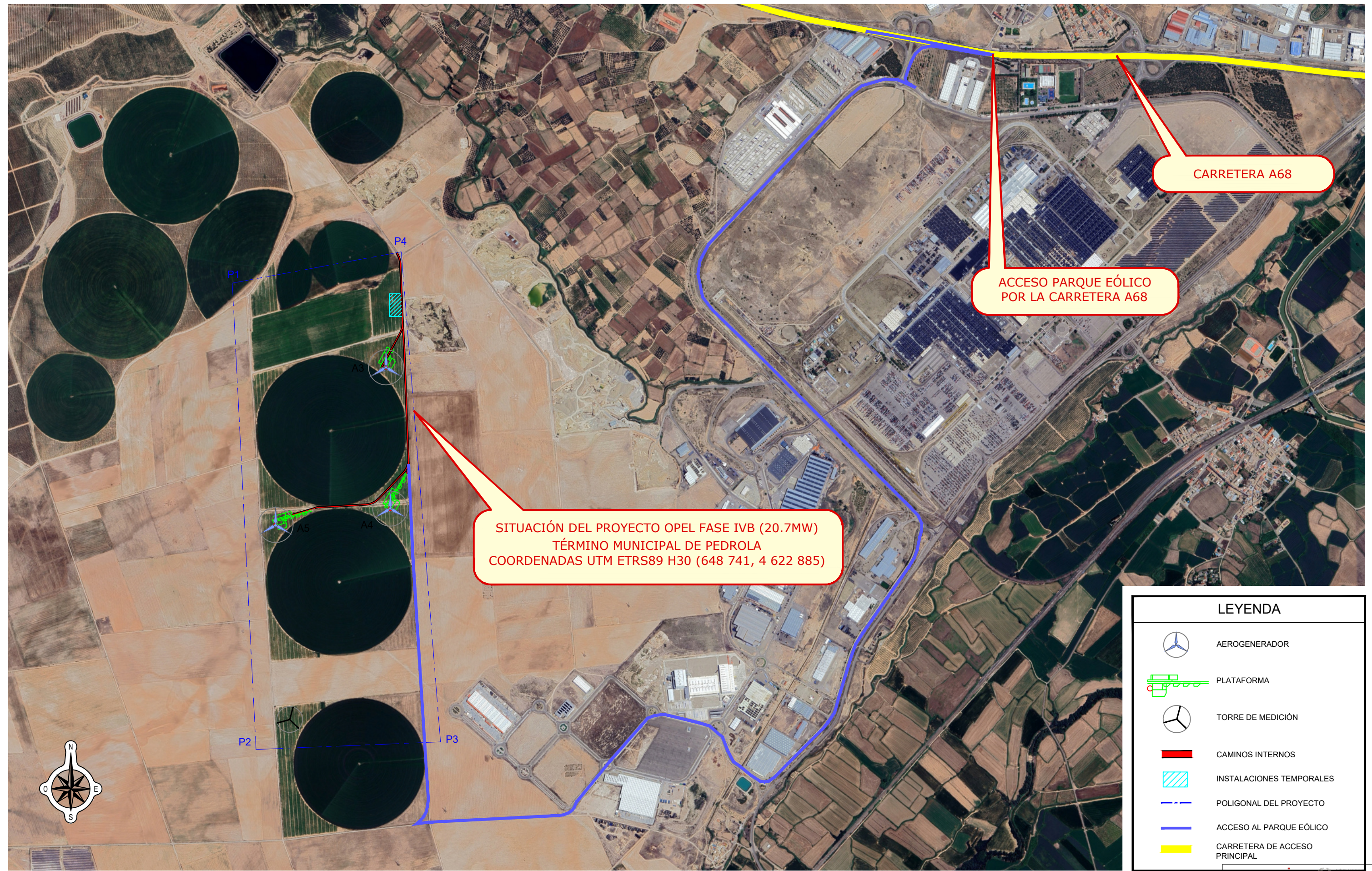
AEROGENERADOR

TORRE DE MEDICIÓN



PROMOTOR	AUTOR BARLOVENTO RECURSOS NATURALES Calle Pintor Sorolla 8, 28007 Logroño, La Rioja Tel. (+34) 941287348 www.barlovento-recursos.com								
				01	01/2025	JJA	AGM	AGM	
				00	12/2024	JJA	AGM	AGM	
				REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	
PROYECTO	TÍTULO DEL PLANO PLANO DE LOCALIZACIÓN, SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		FECHA	PLANO DE PLANO		PLANO 01		Fecha	
				R01		R01		R01	
				R01		R01		R01	
				R01		R01		R01	
PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA		ESCALA	FORMATO	01/2025	R01		PÁGINA 01 DE 01		

VISADO



LEYENDA

AEROGENERADOR

PLATAFORMA

TORRE DE MEDICIÓN

CAMINOS INTERNOS

INSTALACIONES TEMPORALES

POLIGONAL DEL PROYECTO

ACCESO AL PARQUE EÓLICO

CARRETERA DE ACCESO PRINCIPAL

CLIENTE

NEWCO DEVELOPMENTS SL

AUTOR

BARLOVENTO RECURSOS NATURALES
C/ Pintor Sorolla 8,
26007 Logroño, España
Tel. +(34) 941 287 348
www.barlovento-recursos.com



01	01/2025	JJA	AGM	AGM	
00	12/2024	JJA	AGM	AGM	
REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	

PROYECTO

PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE
EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW)
EN PEDROLA, ZARAGOZA

TÍTULO DEL PLANO

PLANTA GENERAL DE IMPLANTACIÓN

ESCALA 1:16 000

FORMATO ISO A3

FECHA

01/2025

NÚMERO DE PLANOLA RIOJA

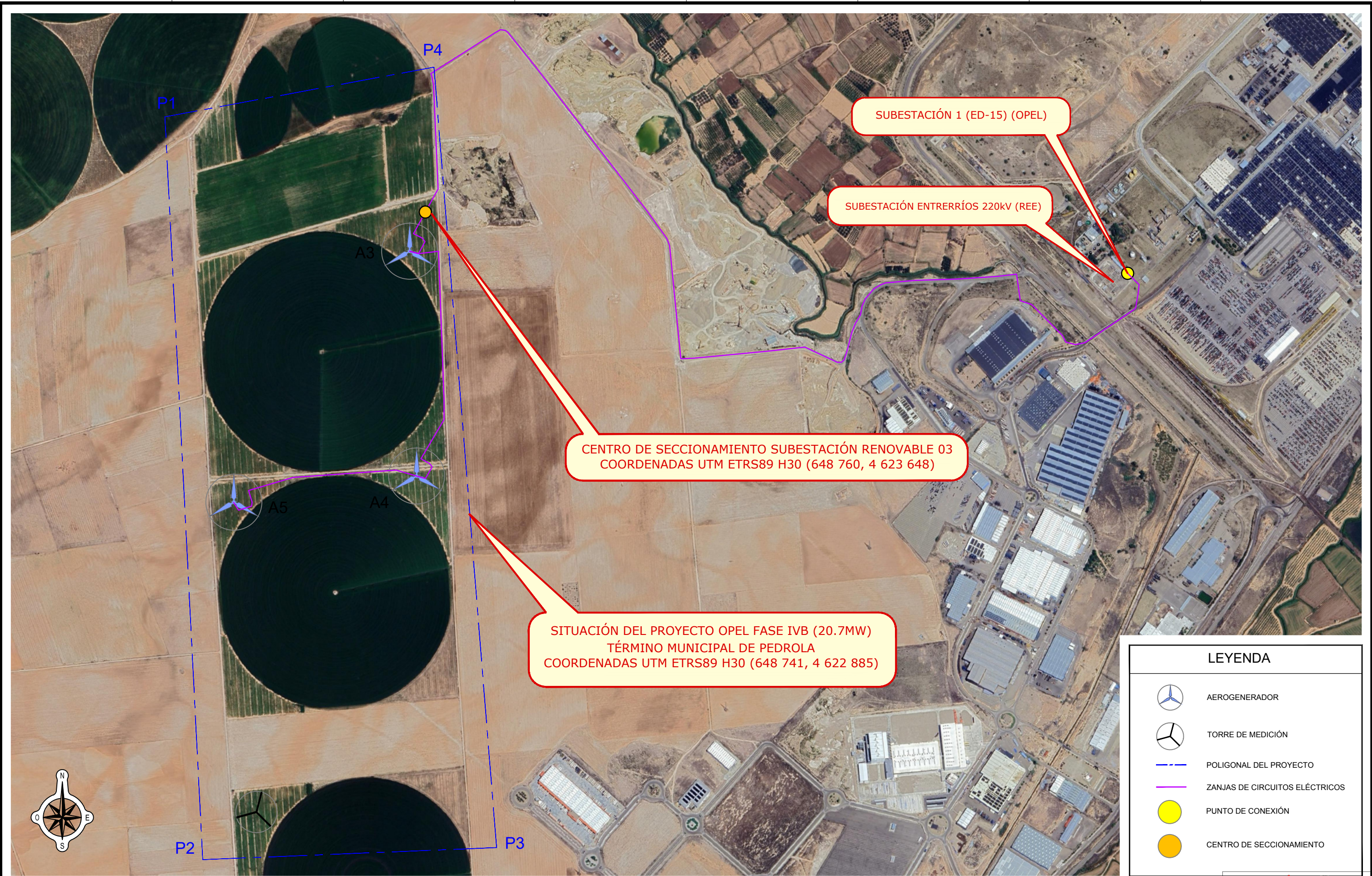
PLANO 02

REVISIÓN 2025/00391/04

R01

HOJA 01 DE 01

VISADO



LEYENDA

AEROGENERADOR

TORRE DE MEDICIÓN

POLIGONAL DEL PROYECTO

ZANJAS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

PUNTO DE CONEXIÓN

CENTRO DE SECCIONAMIENTO

CLIENTE	AUTOR						PROYECTO	TÍTULO DEL PLANO	FECHA	NÚMERO DE PLANO									
NEWCO DEVELOPMENTS SL	BARLOVENTO RECURSOS NATURALES C/ Pintor Sorolla 8, 26007 Logroño, España Tel. +(34) 941 287 348 www.barlovento-recursos.com		01	01/2025	JJA	AGM	AGM	PROYECTO TÉCNICO DEL PARQUE EÓLICO OPEL FASE IVB (20.7 MW) EN PEDROLA, ZARAGOZA	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE MEDIA TENSIÓN	01/2025	LA RIOJA PLANO 08								
			00	12/2024	JJA	AGM	AGM												
			REV.	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO												
														ESCALA		FORMATO			
														1:10 000		ISO A3			
										REVISIÓN		20/02/2025							
										R01		HOJA 01 DE 01							

VISADO