Encargado por:

Sacyr Concesiones, S.L.U

CIF: B-85557213
Calle Condesa de Venadito, 7,
Madrid. 28027.

ANTEPROYECTO
PARQUE EÓLICO NAVARRA 1

Término Municipal de Esteribar. Navarra

Marzo 2021

INGENIERIA Y PROYECTOS INNOVADORES SL
C/Rosa Chacel 8, Local. 50018 – ZARAGOZA
Tel: +00 34 976 432 423
CIF:B50996719

ÍNDICE PROYECTO

DOCUMENTO 01. MEMORIA

Anejo 01. Cálculos Eléctricos

Anejo 02. Descripción del Recurso Eólico

DOCUMENTO 02. PLANOS

DOCUMENTO 03. PRESUPUESTOS

DOCUMENTO 01. MEMORIA

ÍNDICE

1 OBJETO Y ALCANCE ... 3
2 NORMATIVA DE APLICACIÓN ... 5
3 JUSTIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DEL CONTENIDO REQUERIDO EN EL DECRETO FORAL 56/2019 ... 7
4 RAZONES QUE JUSTIFICAN LA IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO ... 9
5 CRITERIOS TÉCNICOS DE ELECCION DE EMPLAZAMIENTO ... 10
6 CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES DE ELECCION DE EMPLAZAMIENTO ... 11
7 DESCRIPCIÓN DEL RECURSO EÓLICO PRESENTE ... 12
8 EVALUACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA ... 14
9 DATOS REFERIDOS A LA ORDENACIÓN DEL PARQUE ... 15
10 DESCRIPCION DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y PREVISTAS ... 16
11 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS ... 17
12 PLAZO DE EJECUCION ... 18
13 RESUMEN DEL PRESUPUESTO ... 19
14 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PARQUE ... 20
14.1 DESCRIPCIÓN DE LOS AEROGENERADORES ... 22
14.2 TORRE DE MEDICIÓN ... 23
14.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL ... 24
14.3.1 RED DE VIALES ... 25
14.3.2 ÁREAS DE MANIOBRA ... 27
14.3.3 CIMENTACIONES ... 29
14.3.4 ZANJAS ... 30
14.3.5 OBRAS DE DRENAJE ... 31
14.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ... 33
14.4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN DEL PARQUE EÓLICO ... 34
14.4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS ... 41
15 RELACION DE PARCELAS AFECTADAS ... 43
16 RELACION DE ORGANISMOS AFECTADOS ... 45
17 CONCLUSION ... 46

1 OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente Proyecto es la descripción de la configuración del parque eólico Navarra 1, en el término municipal de Esteribar, en la Comunidad Foral de Navarra.

La configuración y características del parque de acuerdo a este proyecto son:

Nombre Parque	**Navarra 1**
Titular	Sacyr Concesiones, S.L.U.
Término Municipal	Esteribar
Potencia instalada	48,00 MW
Aerogenerador	WTG-145 (potencia 4.8 MW)
Altura Buje	127,5 m
Nº Aerogeneradores	10
Red Media Tensión	30 Kv

Con este proyecto se pretende obtener autorización administrativa previa y de construcción según los condicionantes del Decreto Foral 56/2019 del Gobierno de Navarra.

El promotor del presente proyecto es:

Promotor: Sacyr Concesiones, S.L.U.

- CIF: B-85557213
- Calle Condesa de Venadito, 7, Madrid. 28027
- A efectos de notificaciones utilizar la misma dirección

El alcance del proyecto engloba los trabajos de viales, zanjas, plataformas de montaje, zanjas y red eléctrica subterránea de media tensión hasta la subestación.

Para la evacuación de la energía generada por el parque eólico, “Navarra 1” se propone la construcción de una subestación eléctrica transformadora 66/30 kV denominada “SET PPEE NAVARRA 1 Y 2”, desde donde se evacuará mediante una línea aérea de 66 kV hasta la subestación “ORCOYEN” propiedad de IBERDROLA.

Cabe destacar que, Sacyr Concesiones SLU obtuvo acceso a la SET 220kV Orcoyen a través de las instalaciones de distribución de i+DE, para los parques eólicos denominados PE Navarra - 1 (48,00 MW) y PE Navarra - 2 (48,00 MW) el 19 de octubre de 2020; siendo la ubicación de esos parques diferente a la que se especifica en la presente tramitación.

Los motivos detrás de este cambio son que, el Gobierno de España, aprobó el "RDL 23/2020 de 23 de junio por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica", en el que se señala en su "Artículo 3. Modificación del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica" en su "Anexo II. Criterios para considerar que una instalación de generación de energía es la misma afectos de los permisos de acceso y conexión concedidos o solicitados" que, se considerará la misma instalación a efectos de permisos de acceso aquella instalación que, entre otros parámetros no modifique su ubicación geográfica, entendiéndose que no se ha modificado dicha ubicación geográfica cuando el centro geométrico de las instalaciones de generación planteadas inicialmente y finalmente , sin considerar las infraestructuras de evacuación, no difieran más de 10.000 metros.

Acogiéndose a dicho artículo, Sacyr Concesiones SLU ha determinado que para el parque eólico PE Navarra - 1 la ubicación finalmente seleccionada será la presentada en el documento de inicio de procedimiento de acceso a red y en el propio de solicitud de alcance del EsIA como el parque denominado originalmente PE Navarra 4; es decir, el emplazamiento del PE Navarra -1 se desplaza al emplazamiento que en su día se había decidido para el PE Navarra – 4. Del mismo modo, y en virtud de lo anteriormente explicado, el proyecto PE Navarra - 2, ocupará el ámbito geográfico que en su día se había determinado para el parque PE Navarra - 5.

Ambos cambios de ubicación respetan la distancia máxima de 10.000 metros estipuladas por el Real Decreto 23/2020, por lo que ambas instalaciones de generación se siguen considerando las mismas a efectos de permisos de acceso y conexión.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, 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, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.-Remates de obras-.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de Noviembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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.

NAVARRA

- Decreto Foral 56/2019, de 8 de mayo, por el que se regula la autorización de parques eólicos en Navarra.
- Decreto Foral Legislativo 1/2017, de 26 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de Ordenación del Territorio y Urbanismo.

3 JUSTIFICACION DEL CUMPLIMIENTO DEL CONTENIDO REQUERIDO EN EL DECRETO FORAL 56/2019

De acuerdo al Decreto Foral 56/2019 de 8 de mayo, por el que se regula la autorización de parques eólicos en Navarra, para solicitar autorización administrativa previa y de construcción en un parque eólico es necesario presentar la documentación indicada en el Artículo 6 del citado decreto.

Artículo 6. *Documentación a presentar con la solicitud.*

La solicitud de autorización administrativa previa deberá acompañarse de la siguiente documentación, que se presentará en formato electrónico y debidamente firmada:

a) Documentación acreditativa de la capacidad legal, técnica y económica de la persona solicitante.

b) Anteproyecto del parque eólico, incluyendo las infraestructuras de evacuación, edificios y accesos al parque. Se presentará además una copia adicional en formato electrónico, por cada municipio afectado.

En el anteproyecto se incluirán, además de cualesquiera otras que pudieran resultar legalmente preceptivas, las siguientes determinaciones:

1.ª Las razones de cualquier índole que justifiquen la implantación o modificación del parque eólico en la zona de que se trate. Deberán incluirse los criterios técnicos empleados desde, al menos, los siguientes puntos de vista:

- Recurso eólico. Se incluirá una descripción de los recursos eólicos presentes median-te mediciones, o un estudio o modelización que confirme la existencia de recurso suficiente.

- Optimización de la planificación de las infraestructuras de evacuación.

- Patrimonio cultural.

- Criterios medioambientales seguidos para elegir la ubicación, incluyendo la relación con el mapa de acogida previsto en el Plan Energético de Navarra.

2.ª Archivos con la información geográfica mínima siguiente, en el sistema de referencia de coordenadas ETRS89, proyección UTM 30N, según establece el Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico oficial en España : ubicación de cada aerogenerador, de las infraestructuras de evacuación, así como de los nuevos caminos de ac-ceso o modificación de los existentes. Dichos archivos se presentarán en un formato vectorial estándar OGC (Open Geoespatial Consortium) que pueda ser manejado por software de código abierto, preferentemente shapefiles o geopackages.

3.ª Adecuación del anteproyecto a los instrumentos de ordenación territorial y urbanística vi-gentes y valoración de sus afecciones sectoriales.

4.ª Plazo y calendario de ejecución estimado.

5.ª Presupuesto estimado de las instalaciones, así como de las medidas correctoras, compensatorias y de seguimiento ambiental previstas en el estudio de impacto ambiental.

6.ª Separadamente se presentarán aquellas partes del anteproyecto que afecten a bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, organismos o empresas que presten servicios públicos o de interés económico general, para que éstos establezcan, si procede, el condicionado procedente.

c) Estudio técnico-económico de viabilidad.

d) Estudio de impacto ambiental del proyecto de parque eólico debidamente firmado. El contenido del estudio de impacto ambiental responderá a lo establecido en la legislación en materia de evaluación ambiental incluyendo las medidas de restauración del área afectada tras la fase de abandono. Se presentará un estudio sobre el uso del espacio por parte de la fauna voladora en el ámbito donde se pretende implantar el parque eólico, desarrollado durante al menos un ciclo anual completo. Asimismo se aportarán datos sobre las emisiones de CO2 evitadas.

e) Declaración de la persona promotora en la que se comprometa a ejecutar las medidas de restauración del área afectada, en un plazo máximo de cinco años en caso de cese de actividad de las instalaciones.

f) Cualquier otra documentación que conforme a la legislación vigente sea exigible.

4 RAZONES QUE JUSTIFICAN LA IMPLANTACIÓN DEL PARQUE EÓLICO

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el viento resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

El presente parque se inscribe dentro de un marco de actuación global de Sacyr Concesiones S.L.U. en esta zona, que resulta de interés desde el punto de vista eólico ya que el estudio del potencial eólico de ésta y las medidas llevadas a cabo así lo garantizan.

Las razones que han motivado a Sacyr Concesiones S.L.U. a la promoción de este parque eólico son fundamentalmente:

- Aprovechamiento de los recursos eólicos de la zona, instalando una máquina de alto rendimiento y tecnología vanguardista, generando energía eléctrica a través de recursos renovables.
- Aprovechamiento de los terrenos disponibles, eligiendo para la instalación de los aerogeneradores los terrenos de mayor potencial eólico.
- Creación de riqueza en la Comunidad Foral de Navarra, mediante la creación de nuevas infraestructuras productoras de energías renovables.
- Creación de empleo en la Comunidad Foral.
- Mejora económica en los municipios, por los ingresos generados de la ejecución (licencia de obras) y por la explotación del parque (alquiler de los terrenos).
- Minimización del impacto ambiental en el entorno que rodea al parque, que se justifica en el estudio de incidencia ambiental.
- Optimización de la rentabilidad económica de la inversión.
- Capacidad de evacuación de la energía.
- Disponibilidad de terrenos para la instalación del parque. Son terrenos cuyos usos y calificaciones urbanísticas son compatibles con la instalación del parque eólico.

5 CRITERIOS TÉCNICOS DE ELECCION DE EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento del Parque Eólico Navarra 1 parece constituir una excelente localización para la explotación comercial de la energía eólica.

Los criterios en los que se basa la definición del potencial eólico de un emplazamiento son:

- orientación respecto de los vientos principales
- facilidad de accesos hacia y en el emplazamiento
- vegetación y rugosidad del terreno
- altura sobre los valles o llanos que lo rodean
- pendientes de los montes que forman el emplazamiento

En este caso, se trata de terrenos forestales, pastizales y zonas cortafuegos, que apenas provocan turbulencias en el viento, y bien orientados respecto a la dirección de los vientos predominantes.

Estos criterios han sido confirmados por una campaña de mediciones sobre el terreno que aseguran la existencia de una velocidad de viento suficientemente buena para la explotación del parque eólico.

6 CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES DE ELECCION DE EMPLAZAMIENTO

Los criterios medioambientales seguidos para elegir la ubicación del Parque Eólico Navarra 1 son:

- Diseño según pautas de respeto e integración ambiental
- Minimización del impacto paisajístico
- Minimización a zonas arboladas, hábitats prioritarios y espacios naturales protegidos
- Minimización de afección a núcleos urbanos
- Minimización del impacto sobre la avifauna
- Minimización de la afección sobre la seguridad vial
- Evitar la afección a instalaciones existentes
- Máximo aprovechamiento y mejora de infraestructuras existentes

7 DESCRIPCIÓN DEL RECURSO EÓLICO PRESENTE

Toda la información que se da en este apartado se ha extraído del informe de recurso eólico que se puede ver en el Anexo 02.

En el Parque Eólico Navarra 1 se instalarán aerogeneradores WTG-145 de 4800kW de potencia, en una altura de buje de 127,5 m, cuyas características se describen en el Proyecto.

Para la planificación de una instalación de aprovechamiento eólico, se debe partir de una estimación lo más precisa posible de energía eólica para el emplazamiento previsto. Un buen pronóstico de ubicación y de rendimiento apoya la decisión del futuro explotador de la instalación.

La conversión de las estaciones de medida a la situación del parque se ha llevado a cabo con la ayuda del software danés “WAsP”. Para ello, en primer lugar se han convertido los datos de las estaciones de medición en el lugar de inspección. Un programa de corrección especialmente desarrollado para este fin mejora la exactitud del análisis. En el ordenador se refinan los datos brutos facilitados.

El paso siguiente para el análisis de las condiciones del viento en los emplazamientos es el estudio de la topografía local para determinar los obstáculos existentes. Los datos topográficos se han digitalizado y el programa del ordenador calcula las condiciones de flujo específicas en el lugar. En los lugares de orografía media y alta el conocimiento del comportamiento del viento es especialmente relevante para la utilización económica de la energía eólica, ya que unos pocos metros de desplazamiento pueden tener un significado decisivo para la realización del proyecto.

Las prescripciones exactas de la clase de rugosidad y cambios de la misma (ciudad-tierra) para cada sector de la rosa de los vientos son un factor muy importante para la calidad de un informe. Para esto se han utilizado entre otros las fotos y los datos obtenidos del lugar inspeccionado. Con este fin, se ha repartido el terreno alrededor del aerogenerador planificado en 12 sectores de dirección de viento.

Cada sector se ha analizado en diferentes longitudes de rugosidad, las cuales son una medida para la deceleración y turbulencias del viento a raíz de la correspondiente estructura del terreno, determinándose con ello la relación entre la altura y la velocidad media del viento.

Los cambios de rugosidad dentro de un sector, se han considerado hasta una distancia de 5 km, incluyéndose además los obstáculos del viento significativos por encima de esa distancia.

La situación de obstáculos para el viento en el lugar de prospección se ha medido y averiguado con exactitud, con la ayuda de mapas exactos, en forma de cuadros e introducidos en el programa sobre datos producidos.

El ordenador ha elaborado esos datos junto a los datos brutos calculados anteriormente en un nuevo juego de datos, representando las condiciones del viento en diferentes alturas en el emplazamiento.

La distribución de frecuencias de la velocidad del viento (fórmula de distribución de Weibull), así como la velocidad media del viento, son criterios de valoración importantes en este aspecto.

Los datos de las curvas características de potencia de los aerogeneradores son la última información que se ha aportado al programa, pudiéndose calcular así el rendimiento medio de energía anual que se espera de los distintos aerogeneradores, para las ubicaciones contempladas.

Los datos del viento para el parque eólico se calculan en una altura de buje de 127,5 m y se resumen a continuación.

El programa de cálculo WAsP transforma los datos medidos en emplazamientos cercanos, a los datos reales del emplazamiento, y calcula la tabla de frecuencias según intensidad y dirección, tabla que se utiliza para elaborar el Atlas Eólico, instrumento que permite calcular la producción de una turbina a partir de la velocidad de viento medida en las proximidades de ella. En este caso se han utilizado los datos del propio emplazamiento; de forma que se ha podido realizar una estadística de viento con bastante precisión.

Para la evaluación del recurso eólico del PE Navarra 1 se ha tomado como referencia la estación meteorológica virtual situada en:

Torre virtual	X (m)	Y (m)	Altitud (m)
MAST 2	621709	4749208	862

8 EVALUACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA PRODUCIDA

Del estudio de producción se extrae la siguiente tabla de resultados:

Aero	X (m)	Y (m)	Velocidad del viento (m/s)	Producción bruta (MWh/año)	Pérdidas por estelas del parque eólico (%)	Producción bruta incluyendo estelas (MWh/año)
NAI-01	618426	4748870	9.15	23840	1.0	23597
NAI-02	619445	4749053	9.04	23730	0.9	23523
NAI-03	619844	4748962	8.74	22873	3.7	22041
NAI-04	620104	4749452	8.69	22744	1.4	22419
NAI-05	620554	4749487	8.58	22360	1.9	21946
NAI-06	620946	4749270	8.26	21207	2.1	20768
NAI-07	621385	4749169	8.10	20730	1.9	20332
NAI-08	621830	4749298	7.91	19843	6.0	18647
NAI-09	622058	4749682	7.83	19341	9.3	17535
NAI-10	622128	4750118	8.56	22211	2.2	21720
TOTAL			**8.48**	**218879**	**2.9**	**212527**

Tabla 14. Resultados de la producción energética de los aerogeneradores del P.E. Navarra 1.

Los resultados de producción estimada para la propuesta del parque pueden verse a continuación:

Parque eólico	P.E. Navarra 1
Nº de aerogeneradores	10
Altura de buje (m)	127.5
Diámetro del rotor (m)	145
Potencia unitaria (MW)	4.8
Potencia total (MW)	48
Área del parque (m^2)	165130
Producción bruta teórica (MWh/año)	218879
Pérdida por estelas (%)	2.9
Pérdidas técnicas y operacionales (%)	10.1
Producción Neta (MWh/año)	191068
Densidad de producción (kWh/m^2)	1157
Horas equivalentes (en subestación)	3981

Tabla 15. Resultados energéticos del proyecto Navarra 1.

9 DATOS REFERIDOS A LA ORDENACIÓN DEL PARQUE

La superficie total del parque es de 1500 hectáreas, de las cuales se ocupará una pequeña cantidad para la ubicación de los aerogeneradores.

La cimentación de los aerogeneradores se realizará mediante una zapata de hormigón armado con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones del fabricante del aerogenerador. El cálculo y diseño de la cimentación no es objeto de este proyecto.

Con objeto de permitir el posicionamiento de las dos grúas y los transportes pesados involucrados en el montaje de los aerogeneradores, se disponen unas áreas de 3292 m^2 situadas a la misma cota de acabado de la cimentación de los aerogeneradores y junto a ellas, esencialmente planas.

Dado que estas plataformas se emplearán durante un periodo de tiempo muy reducido y con el fin de minimizar la afección al medio, se diseñan mediante un desbroce de tierra vegetal y una posterior compactación del terreno para poder dar un asiento firme a grúas y transportes.

El camino principal del parque discurre por un camino existente al que se dotará de las dimensiones y condiciones de trazado necesarias para la circulación de los vehículos de montaje y mantenimiento de los aerogeneradores.

Los caminos de acceso y de interconexión de turbinas tienen una anchura y radio mínimos de 6 y 150 metros respectivamente y se añade una capa de 40 centímetros de zahorra para mejorar la capacidad portante del pavimento.

Para facilitar drenaje se añaden cunetas de 1 metro de anchura y 0,50 metros de profundidad.

Las zanjas para el cable discurrirán por las orillas de los caminos sin la necesidad de un trazado aparte. Las dimensiones serán de 0,60 o 0,90 metro de ancho y 1,10 de profundidad.

10 DESCRIPCION DE LAS INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES Y PREVISTAS

Las infraestructuras que existen en el área de estudio son las siguientes:

Carreteras y caminos

El parque tiene una zona de entrada para acceder a la red interior de viales que distribuyen los aerogeneradores.

El acceso al parque se realiza a través de los caminos del Parque Eólico Navarra 2, cuyo acceso se realiza a través de la carretera NA-2330, que une Urroz Villa con la carretera N-135.

Los caminos y zanjas del parque cruzan la carretera NA-2337, que une Errea con la carretera N-135, en el PK 5+000 aproximadamente.

Barrancos

La zanja de evacuación del parque eólico afecta a la Regata Setoaingo.

Vías pecuarias

El parque eólico afecta a la vía pecuaria Pasada nº26.

11 DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

El parque eólico no dispondrá de un edificio como tal, ya que el centro de control y mando se situará en el edificio de la subestación eléctrica PPEE NAVARRA 1 Y 2, situado en una zona muy próxima. Este edificio se utilizará además como almacén de material de mantenimiento.

Es obvio que los 10 aerogeneradores son elementos singulares a tener en cuenta en la caracterización formal y constructiva del parque. Las dimensiones de los aerogeneradores son las siguientes:

- Altura de buje: 127,5 metros.
- Diámetro del rotor: 145 metros.
- Altura de punta de pala: 200metros.

La distribución de todos los elementos se puede ver en los planos del presente proyecto.

12 PLAZO DE EJECUCION

El plazo de ejecución estimado para el proyecto del Parque Eólico Navarra 1 es de 12 meses.

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Acopios												
Obra Civil												
Montaje Electromecánico												
Subestación												
Pruebas y Puesta en marcha												

13 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1 OBRA CIVIL		2.036.392,25
-01.01	-MOVIMIENTOS DE TIERRAS	1.322.080,25
-01.02	-FIRMES	571.790,00
-01.03	-ZANJAS	120.522,00
-01.04	-DRENAJES	19.500,00
-01.05	-ENSAYOS	2.500,00
2 CIMENTACIONES		1.271.158,60
3 OBRA ELECTRICA		584.373,11
-03.01	-CABLES	490.359,36
-03.02	-FIBRA	77.263,75
-03.04	-ENSAYOS MT	7.250,00
-03.05	-PUESTA A TIERRA	9.500,00
4 AEROGENERADOR		33.600.000,00
5 SEGURIDAD Y SALUD		50.000,00
6 VARIOS		136.005,00

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		**37.677.928,96**
13,00 % Gastos generales	4.898.130,76	
6,00 % Beneficio industrial	2.260.675,74	
SUMA DE G.G. y B.I.		7.158.806,50
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		**44.836.735,46**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		**44.836.735,46**

14 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PARQUE

Sacyr Concesiones S.L.U., es el promotor del Parque Eólico Navarra 1. La instalación del parque eólico afecta al término municipal de Esteribar, en la Comunidad Foral de Navarra.

El acceso al parque se realiza a través de los caminos del Parque Eólico Navarra 2, cuyo acceso se realiza a través de la carretera NA-2330, que une Urroz Villa con la carretera N-135.

El parque eólico consta de 10 aerogeneradores dispuestos en las alineaciones tal y como viene reflejado en los planos, distribuidos a los vientos dominantes en la zona. El entorno meteorológico se medirá en todo momento mediante una torre anemométrica de medición.

Los aerogeneradores a instalar en este parque serán de 4800 kW de potencia nominal, correspondientes a un modelo comercial, que se adapta a las condiciones tanto de potencia unitaria, de clase, como de características físicas y orográficas del emplazamiento. Tienen una altura de buje de 127,5 metros, diámetro de rotor de 145 metros y tres palas con un ángulo de 120º entre ellas.

La continua evolución tecnológica puede hacer que resulte técnica y económicamente adecuado incrementar la potencia unitaria prevista en proyecto, en función de la mejor adaptación de los nuevos desarrollos al aprovechamiento energético en el emplazamiento.

La compleja normativa de tramitación de este tipo de instalaciones retrasa el inicio de la construcción de los parques, de forma que el modelo de aerogenerador adoptado en la fase de diseño, resulta en ocasiones obsoleto al inicio de su construcción, penalizando severamente el proyecto en sus distintos aspectos técnico-económico y medioambiental, y constituyendo una infrautilización del recurso eólico existente.

Por estos motivos, el modelo y potencia unitaria de la maquina proyectada podrá ser modificado en función de la evolución tecnológica, debiendo considerarse, por tanto, una solución básica.

Las coordenadas U.T.M. (**huso 30-ETRS89**) de los aerogeneradores serán las siguientes:

PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)			
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)			
AERO	MODELO	COOR. X	COOR. Y
NAV1_01	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	618.426	4.748.870
NAV1_02	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.445	4.749.053
NAV1_03	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.844	4.748.962
NAV1_04	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.104	4.749.452
NAV1_05	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.554	4.749.487
NAV1_06	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.946	4.749.270
NAV1_07	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.385	4.749.169
NAV1_08	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.830	4.749.298

PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)			
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)			
AERO	MODELO	COOR. X	COOR. Y
NAV1_09	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.058	4.749.682
NAV1_10	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.128	4.750.118

Las coordenadas U.T.M. (**huso 30-ETRS89**) de la poligonal del parque serán las siguientes:

POLIGONAL PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)		
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)		
VERTICE	COOR. X	COOR. Y
V01	623.000	4.749.000
V02	623.000	4.748.000
V03	618.000	4.748.000
V04	617.000	4.749.000
V05	618.000	4.750.000
V06	620.000	4.751.000
V07	623.000	4.751.000

Cada uno de estos aerogeneradores está conectado a su correspondiente transformador instalado en la parte superior de la torre del mismo.

La potencia total instalada del parque eólico será entonces de 48 MW.

Los transformadores de cada turbina se conectarán con la subestación eléctrica por medio de circuitos eléctricos. Estos circuitos son trifásicos y van enterrados en zanjas dispuestas a lo largo de los caminos del parque. Los circuitos en los que se agrupan los generadores están diseñados para minimizar las pérdidas por transporte.

Los cables de media tensión y el cable de control discurren enterrados en zanjas dispuestas junto a los caminos, uniendo los aerogeneradores con la Subestación Eléctrica.

Se ha diseñado una red de caminos de acceso al parque y de interconexión entre las turbinas. Se han utilizado principalmente los caminos ya existentes, adecuándolos a las condiciones necesarias. El trazado de los caminos tiene aproximadamente una longitud de 8.4 kilómetros.

La anchura mínima de la pista es de 6,0 metros. Se ha limitado el radio mínimo de las curvas a 150 m y la pendiente máxima al 12 % para permitir el acceso de los transportes de los aerogeneradores y las grúas de montaje.

Junto a cada aerogenerador es preciso construir una plataforma de maniobras necesaria para la ubicación de grúas y trailers empleados en el izado y montaje del aerogenerador.

14.1 DESCRIPCIÓN DE LOS AEROGENERADORES

A continuación se detallan las características técnicas de aerogenerador estándar 4,8 MW de potencia unitaria:

ROTOR

Diámetro rotor	145 m
Área barrida	16.513m^2
Velocidad de Rotación	12 rpm
Dirección de rotación	Sentido horario
Orientación	Barlovento
Número de palas	3

PALAS

Material	Material compuesto de fibra de vidrio infusionado en resina epoxy.
Longitud total	72,5 m
Cuerda de la pala	4.5 m

RODAMIENTO DE PALAS

Lubricación	Grasa

PITCH SYSTEM

Tipo	Hidraúlico
Número	1 por pala
Rango	-9° a 90°

CARCASA – CONO

Material	Composite de matriz orgánica reforzado con fibra de vidrio

TORRE

Tipo	Tronco-cónica tubular
Material	Acero al carbono estructural
Tratamiento superficial	Pintada
Altura del buje	127,5 m

GENERADOR

Potencia nominal	4800 kW
Tensión nominal	690 V
Acoplamiento	Triángulo
Protección	IP54

TRANSFORMADOR

Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Potencia nominal	5500 kVA
Tensión nominal primaria	690V
Tensión nominal secundaria	30.000V±2,5±5%
Tensión de cortocircuito	≈ 9%
Grupo de conexión	Dyn5
Servicio	Continuo
Regulación	En vacio
Aislamiento	F
Refrigeración	AF (Forzada)

PESOS APROXIMADOS

Peso góndola	70 – 130 t
Peso rotor	42 – 85 t

14.2 TORRE DE MEDICIÓN

Con la finalidad de obtener detalles del recurso eólico en el emplazamiento del parque y validar la operación de los aerogeneradores, es preciso contar con información suficiente sobre las características de los vientos en la zona, y para ello se instalará una torre de medición anemométrica, que se conectará al equipo de servicios auxiliares de la turbina más cercana a través de zanja y enviará la información al sistema de control del parque por medio de la red de fibra óptica directamente hasta la subestación.

La práctica habitual es tomar medidas de viento a la altura del buje de la máquina, por lo que en este caso, en el que está previsto la instalación de máquinas del rango de 4,8 MW con torre de 127,5 m, se precisará que alguna de las medidas se refiera a esa altura.

Gracias a estas torres se obtendrá información sobre la velocidad y la dirección del viento a diferentes alturas sobre el terreno y de la densidad del aire en el emplazamiento mediante el registro de la presión atmosférica y la temperatura.

La torre, autosoportada, será de base cuadrada y estará formada por 41 tramos de 3 metros de altura, un tramo base de 3 metros y un tramo de punta de 1,5 m, que alcanzan los 127,5 m.

A 60 y 127,5 m de altura, se disponen los soportes de los instrumentos de medida (un anemómetro y una veleta en cada altura), cableados hasta el armario de control, situado en la parte inferior de la torre y a una altura que permite su fácil utilización.

El sistema va dotado, además, de un pararrayos en cobre con terminación en cono, con objeto de proteger a la torre y a sus instrumentos contra las descargas atmosféricas. Dicho pararrayos va conectado a tierra a través de la red de puesta a tierra del parque.

También la torre está balizada conforme a la legislación vigente en materia de señalizaciones en construcciones de altura.

La correcta medición del viento es fundamental para un aprovechamiento eólico económico en una ubicación determinada. Es por ello que en las torres de medición se utilizan instrumentos de alta precisión.

El anemómetro realizado en policarbonato, consta de 3 cazoletas y está dotado de sistemas de protección contra el polvo y el desgaste, contando además con rodamientos de teflón lubricados a vida. Envía al sistema de registro una forma de onda de frecuencia proporcional a la velocidad del viento.

La veleta de policarbonato, está dotada de sistemas de protección contra el polvo y el desgaste, contando además con rodamientos de bolas lubricados a vida. Envía al sistema de registro una tensión en CC según la dirección del viento.

Los instrumentos dispuestos en la torre generan una información eólica (dirección y velocidad de viento) que se muestrea en tiempo real y se envía al sistema de control, de este modo podremos comparar la velocidad registrada en la torre de medida de parque con la de cada uno de los aerogeneradores.

14.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL

El objetivo de la red de caminos es la de proporcionar un acceso hasta los aerogeneradores, minimizando las afecciones de los terrenos por los que discurren. Para ello se maximiza la utilización de los caminos existentes en la zona, definiendo nuevos trazados únicamente en los casos imprescindibles de forma que se respete la rasante del terreno natural, siempre atendiendo al criterio de menor afectación al medio. Además se primarán las soluciones en desmonte frente

a las de terraplén y procurando alcanzar un movimiento de tierras compensado (entre los volúmenes de desmonte y los de terraplén).

El proyecto contempla la adecuación de los caminos existentes que no alcancen los mínimos necesarios para la circulación de los vehículos de montaje y de mantenimiento de los aerogeneradores y la construcción de nuevos caminos necesarios en algunas zonas.

La explanación del camino y las plataformas constituyen las únicas zonas del terreno que pueden ser ocupadas, debiendo permanecer el resto del territorio en su estado natural, por lo que éste no podrá ser usado, bajo ningún concepto, para circular o estacionar vehículos o para acopio de materiales.

Para la instalación y mantenimiento del Parque Eólico es preciso realizar una Obra Civil que cumpla las prescripciones técnicas del Tecnólogo y contemple los siguientes elementos:

- Red de viales del Parque Eólico
- Plataformas para montaje de los aerogeneradores
- Cimentación de los aerogeneradores
- Zanjas para el tendido de cables subterráneos
- Obras de drenaje

14.3.1 RED DE VIALES

El acceso al parque se realiza a través de los caminos del Parque Eólico Navarra 2, cuyo acceso se realiza a través de la carretera NA-2330, que une Urroz Villa con la carretera N-135.

Los viales que comunican los aerogeneradores entre sí y con los viales de acceso al parque se han diseñado intentando utilizar el trazado de caminos agrícolas existentes

Todos los viales del parque eólico tienen que cumplir unas especificaciones mínimas que se establecen a continuación:

ESPECIFICACIONES PARA DISEÑO DE VIALES		
ANCHO VIAL	6 metros	Bombeo 2 %
RADIO MINIMO	150 m en el eje	Radios menores de 150 m con sobreanchos
PENDIENTE MAXIMA	Hasta 10% tierras -18 % hormigón. Para tramos rectos. Pendientes superiores estudio remolcado	Hasta 7% tierras - 12 % hormigón en curvas. Pendientes superiores estudio remolcado
PENDIENTE MAXIMA EN SENTIDO MARCHA ATRÁS	Sin limitación adicional en vehículos descargados	2 % en vehículos cargados.
ACUERDOS VERTICALES	Kv=Kc > 600	

ESPECIFICACIONES PARA DISEÑO DE VIALES		
ESPESOR FIRME	20 + 20	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un estudio de firmes
ESPESOR TIERRA VEGETAL	40 cm	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un geotécnico
TALUD DESMONTE	1/1	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un geotécnico
TALUD TERRAPLEN	3/2	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un geotécnico

En aquellos caminos existentes cuyas dimensiones lo permitan, las obras se limitarán a realizar un acondicionamiento de los mismos para que puedan ser usados por camiones tipo “Góndola”, que son los que transportarán las piezas necesarias para la construcción del parque. Este acondicionamiento permitirá el transporte de los equipos a instalar así como una facilidad de acceso a la zona, de la cual se verán beneficiados tanto los responsables del parque, en las labores de mantenimiento, como los propietarios de parcelas de la zona que verán cómo son mejorados los accesos.

Para realizar el acondicionamiento de la plataforma de los viales se han tenido en cuenta las especificaciones formuladas anteriormente. La anchura de la plataforma será de 6.8 metros.

La primera actuación necesaria será la de desbroce y rebaje del terreno natural, retirando la capa de tierra vegetal, que se ha considerado tiene un espesor medio de 40 cm, esta condición deberá ser confirmada con el geotécnico. Se procura mantener la rasante al menos 10 cm por encima del terreno actual, salvo en algún tramo específico donde puede ser necesario realizar un movimiento de tierras de mayor entidad, impuesto por los requerimientos exigidos a las rasantes.

Por lo que se refiere a la sección estructural del firme, estará constituida por una primera capa de 20 cm de zahorra sobre la que se extenderá una segunda capa de 20 cm espesor de zahorra artificial, compactadas hasta el 98 % del Proctor Modificado. Esta configuración de firme deberá ser confirmada con el geotécnico y un estudio de firmes.

Como se ha indicado anteriormente, el radio mínimo de curvatura utilizado en el proyecto es de 150 m. Debido a las dimensiones de los vehículos que transportan las palas, las curvas que tienen radios inferiores a 100 m es necesario dotarlas de sobreanchos para permitir que circulen los vehículos hasta las áreas de maniobra. Las dimensiones de estos sobreanchos dependen del radio de la curva y figuran en la especificación de transporte del tecnologo.

Se precisará un movimiento de tierras en los caminos para alcanzar el perfil longitudinal y transversal proyectado, con los volúmenes reflejados en la siguiente tabla:

VIALES		
Longitud	8.446,05	m
Superficie Ocupada	116.794,50	m2
Desbroce Tierra Vegetal	46.717,80	m3
Desmonte	83.892,80	m3
Terraplén	169.764,20	m3
Desmonte - Terraplén	*-85.871,40*	*m3*
Firmes	21.327,00	m3
Base	*10.330,27*	*m3*
Subbases	*10.996,73*	*m3*

Como se observa en la tabla, el volumen de desmonte es superior al de terraplén, por lo que, si sobra material en el conjunto de la obra, el excedente habrá de llevarse a vertedero autorizado.

La tierra vegetal desbrozada será almacenada en lugar apropiado. Cuando finalice la obra, dicha tierra será extendida en los taludes que haya sido necesario crear.

Las excavaciones se realizarán con talud 1/1, y los terraplenes con talud 3/2. Estos últimos taludes estarán tratados con sistemas de hidrosiembra si así lo determinan los informes ambientales

Las pendientes transversales de la explanada serán del 2% desde el eje hacia los extremos de la misma, en toda la longitud de los caminos, mientras que las cunetas para drenaje serán de tipo “V” con una anchura de 1 m, una profundidad de 0,5 m y taludes 1/1.

Los viales, a su paso por las áreas de maniobra, deben ser solidarios a éstas para evitar la creación de escalones o pendientes bruscas de acceso.

14.3.2 Áreas de Maniobra

El objeto de las áreas de maniobra es permitir los procesos de descarga y ensamblaje, así como el posicionamiento de las grúas para posteriores izados de los diferentes elementos que componen el aerogenerador.

Las plataformas de montaje se sitúan junto a la cimentación del aerogenerador, y se encuentran a la misma cota de acabado de la cimentación, aunque algunas se elevan entre 0,5 m y 1,5 m por encima de dicha cota. Son esencialmente planas y horizontales.

Todas las plataformas del parque eólico tienen que cumplir unas especificaciones mínimas que se establecen a continuación:

ESPECIFICACIONES DE PLATAFORMAS		
	MONTAJE	**PALAS**
DIMENSIONES	Según planos	
PENDIENTE	0 % (una vez terminado el montaje se deberá aportar una inclinación del 1%)	0 %
ESPESOR FIRME	20 + 20 + Geomalla zona de Grúa	
ESPESOR TIERRA VEGETAL	40 cm	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un estudio de firmes
TALUD DESMONTE	1/1	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un geotécnico
TALUD TERRAPLEN	3/2	Se debe confirmar en el proyecto constructivo con un geotécnico

Las plataformas se diseñan mediante un desbroce de tierra vegetal y una posterior compactación del terreno natural para poder dar un asiento firme a grúas y transportes.

De acuerdo a las especificaciones del promotor las plataformas se adaptaran al terreno, con configuraciones de just in time en aquellas posiciones con orografía más complicada. Debido a la complejidad de la topografía se han diseñado plataformas sin zona de montaje de celosía.

La sección estructural del firme, estará constituida por una primera capa de 20 cm de zahorra sobre la que se extenderá una segunda capa de 20 cm espesor de zahorra artificial, compactadas hasta el 98 % del Proctor Modificado. Esta configuración de firme deberá ser confirmada con el geotécnico y un estudio de firmes.

Las áreas construidas sobre terraplenes deberán obtener un Proctor Modificado del 98% y sus taludes de terraplén serán tratados mediante sistemas de hidrosiembra si así lo determinan los informes ambientales

Se ha intentado que la excavación a realizar en todas ellas sea la mínima y por lo tanto el impacto de las mismas sea reducido.

Se precisará un movimiento de tierras en las áreas para alcanzar las características señaladas, con los siguientes volúmenes:

PLATAFORMAS		
Superficie Ocupada	40.842,85	m2
Desbroce Tierra Vegetal	16.349,90	m3
Desmonte	100.154,96	m3
Terraplén	14.705,30	m3
Desmonte - Terraplén	*85.449,66*	*m3*
Firmes	9.684,00	m3
Base	*4.796,00*	*m3*
Subbases	*4.888,00*	*m3*

Como se observa en la tabla, el volumen de desmonte es superior al de terraplén, por lo que, si sobra material en el conjunto de la obra, el excedente habrá de llevarse a vertedero autorizado.

La tierra vegetal desbrozada será almacenada en lugar apropiado. Cuando finalice la obra, dicha tierra será extendida para restaurar el terreno a su estado original y por encima de los terraplenes que se hayan creado.

14.3.3 CIMENTACIONES

La cimentación de los aerogeneradores se realizará mediante una zapata de hormigón armado con la geometría, dimensiones y armado según las recomendaciones del fabricante del aerogenerador. El cálculo y diseño de la cimentación no es objeto de este proyecto.

En la definición de la forma y dimensiones de la cimentación se ha intentado conseguir una buena relación peso/resistencia al vuelco. Los aerogeneradores estarán cimentados mediante zapata de planta circular de las dimensiones indicadas en los planos, sobre la que se construirá un pedestal macizo de hormigón de planta también circular. En dicho pedestal irá enclavada la jaula de pernos de conexión entre zapata y torre. El hormigonado de la zapata completa (losa + pedestal) se realizará en una única fase.

El acceso de los cables al interior de la torre se realiza a través de tubos embebidos en la peana de hormigón.

Una vez hecha la excavación para la cimentación con las dimensiones adecuadas, se procederá al vertido de una solera de hormigón de limpieza, en un espesor mínimo de 0,10 m por m^2, se dispondrá el acero y se nivelará la jaula de pernos por medio de espárragos de nivelación. Se recalca la necesidad de una total precisión en el posicionado y nivelado referido, el cual deberá ser comprobado mediante nivel óptico, no admitiéndose ningún desvío respecto del posicionamiento teórico en dicha comprobación. Ya nivelado, se procederá al hormigonado. Tanto la zapata como el pedestal serán de hormigón armado (según EHE).

Durante el hormigonado de la cimentación se tomarán probetas del hormigón en número suficiente para realizar, en un laboratorio independiente, los ensayos de resistencia establecidos

El hueco circundante al pedestal se rellenará con material procedente de la excavación o de prestado con densidad mayor o igual a 1,8 Tn/m^3.

En cualquier caso, las cotas del borde superior de la cimentación reflejadas en proyecto habrán de confrontarse mediante replanteo en obra. La cota del borde superior de la cimentación será siempre el del punto de la circunferencia de la losa de la cimentación que tenga la cota más baja de toda la circunferencia sobre el terreno natural. Una vez definida la cota se tomará ésta como referencia para la excavación del pozo de la cimentación. Siempre primará la cota de referencia detectada en obra frente a lo reflejado en proyecto.

Una vez efectuadas las excavaciones, es necesario inspeccionar las condiciones del terreno de apoyo para confirmar sus adecuadas características, como la homogeneidad,... y en caso necesario recomendar los ensayos adicionales de comprobación que pudieran requerirse. En el caso de capas subverticales o fuertemente inclinadas deberá hacerse la verificación sin excepción, por un profesional geotécnico.

14.3.4 ZANJAS

Las zanjas para cables de media tensión discurrirán paralelas a los caminos del parque siempre que sea posible, por un lateral y con el eje a una distancia dependiendo si el vial va en terraplén o desmonte.

Las zanjas que discurran adjuntas a un vial diseñado en terraplén deberán trazarse al pie del mencionado terraplén.

Las zanjas que discurran en desmonte deberá evaluarse si puede llevarse por la parte alta del desmonte o por el contrario es necesario colocarla entre el pie del firme y el inicio de la cuneta.

Las zanjas que no vayan solidarias a ningún camino y crucen por terrenos de labor, deberán tener, independientemente de su anchura, una profundidad mínima de 1,50 m.

Para el trazado de las zanjas se ha elegido el criterio de compatibilizar un correcto funcionamiento eléctrico con un bajo coste económico y la protección de la propia zanja. Esta combinación de criterios ha dado lugar a un trazado que intenta minimizar el número de cruces de los caminos de servicio, y a su vez tiene una baja afección tanto al medio ambiente como a los propietarios de las fincas por las que transcurre.

La sección tipo de las zanjas puede verse en el Plano - Secciones Tipo zanjas. Sus características son las siguientes:

	Anchura (m)
1 terna	0,60
2 ternas	0,60
3 ternas	0,90

Zanja en tierra:

La profundidad de excavación mínima es de 1,1 m y su anchura de 0,60 o 0,90m dependiendo del número de ternas.

En todos los casos en los que las zanjas discurran por terreno agrícola, tendrán un recubrimiento mínimo de 110 centímetros para que no queden accesibles a los arados.

Sobre el fondo de excavación se coloca un lecho de arena de 10 cm de espesor y sobre éste los cables de media tensión. Los cables serán recubiertos, a su vez, con 30 cm de arena y sobre ésta se colocará una placa de PVC de protección. El resto de la zanja se rellenará con tierras seleccionadas procedentes de la excavación compactadas al 98% P.N. colocándose una baliza de señalización a una cota de 50 cm por encima de la placa de PVC

Zanja en cruces:

La profundidad de excavación será de 1,10 m y la anchura de 0,60 o 0,90 m. Sobre un lecho de 10 cm de hormigón HM-20 se colocarán los tubos de PVC Ø160 o 200 mm, que serán recubiertos de hormigón HM-20 hasta la cota -0,60 m. El resto de la zanja se rellenará con tierras seleccionadas procedentes de la excavación y compactadas al 98% P.N. colocándose una baliza de señalización 30 cm por encima del prisma de hormigón.

Las mediciones correspondientes a la ejecución de las zanjas se resumen en la siguiente tabla:

TIPO	LONGITUD	CS	EXCAVACIÓN	ARENA	RELLENO	TESTIGO	CINTA
	(m)	*(Ud)*	*(m3)*	*(m3)*	*(m3)*	*(Ud)*	*(m)*
TOTALES =	**7.182,00**	**0,00**	**5.443,68**	**1.484,64**	**3.959,04**	**9.314,00**	**7.182,00**
1C	3.010,00	0,00	1.986,60	541,80	1.444,80	3.010,00	3.010,00
2c	2.040,00	0,00	1.346,40	367,20	979,20	2.040,00	2.040,00
3C	2.132,00	0,00	2.110,68	575,64	1.535,04	4.264,00	2.132,00

14.3.5 OBRAS DE DRENAJE

Cuando el camino discurre en desmonte, para la evacuación de las aguas de escorrentía y la infiltrada del firme de estos caminos, se ha previsto cunetas laterales a ambos márgenes de los mismos de la sección, con las dimensiones que se indican en el plano de secciones tipo.

Las dimensiones de las cunetas son de 1,00 m de anchura y 0,50 m de profundidad, con taludes 1/1.

En los puntos bajos relativos de la plataforma, se disponen obras de paso diseñadas con tubo de hormigón prefabricado o PVC de diámetros variables según las necesidades de caudales a desaguar.

Se evitará que el agua recogida por las cunetas se infiltre en las capas de firme, para lo cual se realizará la evacuación del agua de las mismas mediante los siguientes mecanismos:

· Puntos de paso de desmonte a terraplén

El agua discurrirá por las pendientes naturales del terreno hacia los cauces del mismo. Se evitará que el agua de las cunetas erosione los terraplenes, para lo cual se prolongarán aquellas hasta la base de los mismos.

· Insuficiencia de sección de cuneta

En estos puntos la evacuación se consigue mediante la construcción de pozos que recogen las aguas provenientes de las cunetas y son conducidas posteriormente a través de la obra de fábrica transversal. Estos pasos se realizarán mediante tubos de 40, 60, 80 o 100 cm de diámetro según los casos.

Estas obras consisten en un colector de hormigón o PVC, revestido de hormigón en masa, de tipo sencillo, como se muestra en el Plano de Secciones tipo.

14.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El Parque Eólico Navarra 1 consta de 10 aerogeneradores WTG-145, de 4800 kW de potencia unitaria. Todos ellos tienen 145 metros de diámetro de palas y 127,5 metros de altura de buje y se encuentran ubicados en el término municipal de Esteribar, Navarra.

Los componentes principales del parque eólico son:

AEROGENERADOR WTG-145/127,5

Estos aerogeneradores están regulados por un control de potencia por cambio de paso y velocidad de giro variable. Las palas del rotor cuentan con un mecanismo de variación del paso independiente en cada pala que mantiene la potencia constante por encima de la velocidad nominal de viento de 12 m/s.

El generador es del tipo asíncrono doblemente alimentado. Se conecta al rotor por medio de una caja multiplicadora. Las características fundamentales de los generadores son:

	WTG-145/127,5
Potencia nominal	4800 kW
Tensión nominal generador	690 V
Velocidad rotor	6 a 19 rpm
Frecuencia	50 Hz
Intensidad nominal	5600 A

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 690 V/30 KV

El centro de transformación del aerogenerador es un sistema que integra:

- Transformador de 5500 kVA trifásico seco.
- Autoválvulas instaladas en el lado de 30 kV del transformador.
- Cables de media tensión para unión de celda y transformador.
- Celda de 36 kV con una protección del transformador por medio de interruptor automatico, un seccionador en carga y varios seccionadores de puesta a tierra.
- Set de cables de tierra para unión de las celdas de media tensión y tierra.

RED COLECTORA DE MEDIA TENSIÓN.

Cada uno de los circuitos discurren subterráneos por el lateral de los caminos, con cables de 150, 240, 400 y 630 mm2 en aluminio, UNE XLPE 18/30KV, enlazando las celdas de cada aerogenerador con las celdas de 30 kV de la subestación. Por la misma canalización se prevé

un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x50mm2 en cobre desnudo, que une los aerogeneradores con la SET PPEE NAVARRA 1 Y 2.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de M.T., se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control del Parque Eólico.

SISTEMA DE CONTROL DEL PARQUE EÓLICO

El control y gestión del parque (hardware y software) se realizará mediante el sistema de control SCADA suministrado por el fabricante del aerogenerador. Las comunicaciones entre los aerogeneradores del parque eólico y de la subestación donde se instalará un centro de control del Parque se realizarán con fibra óptica monomodo, que deberá ser apta para instalación intemperie y con cubierta no metálica antirroedores, con capacidad de operación remota. Se instalará un cable de fibra óptica para cada uno de los circuitos de media tensión. Este cable estará constituido por 6 pares de fibras.

14.4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN DEL PARQUE EÓLICO

Los elementos del sistema de media tensión del parque eólico objeto de estudio son:

- Centros de transformación.
- Red colectora de media tensión.

El sistema eléctrico de M.T. (30KV), cumplirá las siguientes características eléctricas fundamentales:

Tensión nominal	30 kV
Tensión más elevada del material	36 kV
Tensión de ensayo a impulso	170 kV Cr.
Tensión de ensayo a 50Hz	70 kV efic
Intensidad de cortocircuito de corta duración (1s)	≥ 20 KA Cr
Valor de cresta de la corriente de cortocircuito	≥ 50 KA Cr
Régimen de neutro	Neutro a través de impedancia
Duración de cortocircuito (máxima)	0,25 (desconexión automático)

CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

El Parque Eólico está compuesto por 10 aerogeneradores de 4800 kW de potencia unitaria, con una tensión de 690V, que incorporan la energía generada a la red colectora a 30KV, a través de transformadores 0,69/30KV instalados en la góndola de la turbina y de celdas modulares de

protección y de salida de cables, montados en la base del fuste de cada uno de los aerogeneradores.

El centro de transformación del aerogenerador es un sistema que integra:

- Transformador de 5500 kVA trifásico seco.
- Autoválvulas instaladas en el lado de 30 kV del transformador.
- Cables de media tensión para unión de Celda de MT y transformador.
- Celda de 36 kV con una protección del transformador por medio de interruptor automático, un seccionador en carga y varios seccionadores de puesta a tierra..

TRANSFORMADOR

En cada uno de los 10 aerogeneradores del Parque Eólico Navarra 1, se prevén los correspondientes transformadores de potencia tipo seco, de 5500 KVA, relación 690/30.000V, para evacuar la energía generada a través de la red colectora a 30KV.

Las características eléctricas fundamentales de los transformadores del Parque Eólico, serán las siguientes:

Frecuencia	50 Hz
Número de fases	3
Potencia nominal	5500 kVA
Tensión nominal primaria	690V
Tensión nominal secundaria	30.000V±2,5±5%
Tensión de cortocircuito	≈ 10,6%
Grupo de conexión	Dyn11
Servicio	Continuo
Regulación	En vacio
Aislamiento	F
Refrigeración	AF (Forzada)

Equipamiento:

- 6 Ventiladores para refrigeración por aire.
- Bornas de toma de tierra
- Sensores de temperatura.
- Conexiones de baja y media tensión mediante botellas.
- Elementos de elevación y arrastre.
- Ruedas orientables.
- Conmutador de 5 posiciones, accionamiento en vacío.

Estos transformadores secos vienen regulados, entre otras, por las normas IEC 76 y 726.

La protección de los transformadores de tipo seco está basada en el control de la temperatura de sus arrollamientos con sondas PTC.

Para la protección del lado de media tensión del transformador frente a sobrecargas, se empleará un interruptor-seccionador accionado por un relé de protección autoalimentado con las funciones de máxima intensidad de fases y neutro.

AUTOVÁLVULAS 30 KV

La función de las autoválvulas es la de proteger el transformador frente a las sobretensiones que puedan ocurrir. Se colocan entre las bornas de alta tensión del transformador (30 kV) y tierra y constituyen lo que se denomina protección interna del parque eólico.

Las autoválvulas de 30 kV estarán montadas en la parte de arriba del transformador, enganchadas en unas pletinas de cobre que deberán ser suministradas por el fabricante del transformador.

El objetivo de la protección interna es evitar los daños de los equipos conectados a las redes de energía y datos de las sobretensiones producidas por la descarga directa del rayo y las inducidas por una descarga cercana, una conmutación de la red de MT, etc. La metodología de protección se basa en la colocación de descargadores de sobretensiones. Estos descargadores están constituidos fundamentalmente por resistencias variables con la tensión (varistores y diodos supresores) y vías de chispas.

Las características principales de estas autoválvulas son:

Tipo	Tridelta SBK-130
Tensión nominal	45 kV
Intensidad nominal de descarga	10 kA
Tensión continua de operación (COV)	36 kV
Sobretensión temporal (TOV a 1 seg)	48.2 kV
B.I.L. del transformador	170 kV
Longitud	447 mm
Peso	4.2 Kg

CELDAS DE M.T. DE PROTECCIÓN

Las celdas de media tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6, con las funciones de protección de transformador por interruptor automático con

seccionador de puesta a tierra (1P), de entradas de líneas con seccionador (1L) y de salida de línea para el conexionado con cajas terminales enchufables a la red de M.T. (0L).

La distribución y composición de las celdas modulares será la siguiente:

- 5 Celdas modulares con las funciones de una protección de transformador por interruptor automático con seccionador de puesta a tierra, una entrada de línea con seccionador y de una salida de línea (remonte) y señalización de presencia de tensión, en aerogeneradores nº NAV1_02, NAV1_03, NAV1_05, NAV1_06 y NAV1_08. **Designación 1P1L0L.**
- 4 Celdas modulares con las funciones de una protección de transformador por interruptor automático con seccionador de puesta a tierra y de una salida de línea (remonte) y señalización de presencia de tensión, en aerogeneradores nº. NAV1_01, NAV1_04, NAV1_07 y NAV1_10. **Designación 1P0L.**
- 1 Celda modular con las funciones de una protección de transformador por interruptor automático con seccionador de puesta a tierra, dos entradas de línea con seccionador y de una salida de línea (remonte) y señalización de presencia de tensión, en aerogenerador NAV1_09. **Designación 1P1L1L0L.**

Las funciones que componen las celdas modulares tienen las siguientes características:

CELDAS DE PROTECCION

Se identifican con la letra 1P. Son utilizadas como celda de protección del transformador del aerogenerador. Están constituidas por un seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra) y protección con interruptor automático. Además también irán provistas de una bobina de disparo a emisión por temperatura del trafo y alojamiento para las cabezas terminales de los puentes de unión del seccionador con el transformador.

Función de protección de transformador 36KV-630 A:

- Interruptor automático, 36KV-630 A, Iter=20 KA(1s) e Id=50 KA con bobina de disparo y mando manual.
- Seccionador 36 KV con las posiciones conectado, desconectado y puesto a tierra, con mando manual.
- Enclavamiento mecánico Interruptor y seccionador de P. a T.
- Salida de cables con conexión enchufable.
- Embarrado tripolar para 630 A.
- Pletina de puesta a tierra.
- Testigo de presencia de tensión.

Además la celda irá provista de un relé de protección adicional autoalimentado con las siguientes funciones:

- Contra cortocircuitos entre fases y sobreintensidades (50-51).
- Contra cortocircuitos fase-tierra y fugas a tierra (50N-51N).
- Contra sobrecalentamientos (disparo externo por termostato).

El relé de protección incluye los transformadores o captadores de intensidad necesarios para las funciones de protección asignadas al relé y el disparador electromecánico para accionar la apertura del interruptor automático.

CELDAS DE LINEA

Se identifican con la letra 1L. Son utilizadas como celda de entrada de otros aerogeneradores del mismo circuito. Están constituidas por un seccionador de línea y su función es la de independizar las partes de un circuito, de tal manera que no es necesario que todas las celdas de un mismo circuito estén operativas para que el circuito siga funcionando.

Función de seccionador 36KV-630 A:

- Seccionador 36 KV con las posiciones conectado, desconectado y puesto a tierra, con mando manual.
- Enclavamiento mecánico Interruptor-seccionador y seccionador de P. a T.
- Salida de cables con conexión enchufable.
- Embarrado tripolar para 630 A.
- Pletina de puesta a tierra.
- Testigo de presencia de tensión.

CELDAS DE REMONTE

Se identifican con la letra 0L. Son utilizadas como celda de salida para cada aerogenerador y no permiten maniobra alguna. Solamente están constituidas por un paso de cables a barras para unirse a la otra celda.

La celda tendrá en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes materiales:

- Salida de cables con conexión enchufable.
- Testigo de presencia de tensión.
- Embarrado tripolar para 630 A.
- Pletina de puesta a tierra.
- Cajas terminales enchufables para conexión a red 30 KV, de 630 A.

Descripción general de las celdas

Las celdas metálicas modulares para M.T. con aislamiento y corte en SF6, son de reducidas dimensiones, con unas funciones específicas variables. Cada celda de envolvente metálica única alberga una cuba llena de gas SF6, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra con distintas funciones y el embarrado.

La prefabricación de estos elementos y los ensayos realizados sobre cada celda fabricada, garantizan su funcionamiento en diversas condiciones de temperatura y presión. Su aislamiento integral en SF6 las permite resistir en perfecto estado la polución e incluso la eventual inundación

del Centro de Transformación y reduce la necesidad de mantenimiento, contribuyendo a minimizar los costes de explotación.

El conexionado entre el aparallaje que resuelve las distintas funciones, estará realizado mediante un sistema patentado, simple y fiable; permitiendo configurar diferentes esquemas para los Centros, en su caso, protección, seccionamiento, y otros. La conexión de los cables de acometida y del transformador deberá ser igualmente rápida y segura.

A continuación se resumen las características generales que deben cumplir los diferentes componentes de las celdas.

Las características generales de las celdas son:

Tensión asignada (nominal)	36 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Tensión soportada a impulso tipo rayo	
Sobre la distancia de seccionamiento	195 kV
Contra tierra	170 kV
Tensión alterna soportable asignada	
Sobre la distancia de seccionamiento	80 kV
Contra tierra	70 kV
Intensidad asignada barras	630 A
Presión de llenado del SF6 nominal	0,3 bar máximo
Resistencia de aislamiento	170 kV
Máxima temperatura ambiente	40 ºC
Altitud máxima	1000 m
Grado de protección para los compartimentos de AT	IP 65
Grado de protección para los compartimentos BT y mandos	IP 3X

RED COLECTORA DE MEDIA TENSIÓN

La función de la red colectora de media tensión es la de recoger toda la energía producida por los aerogeneradores y transportarla hasta la subestación, donde se entregará a la compañía eléctrica. Dicha red de media tensión debe estar diseñada de tal manera que minimice las pérdidas eléctricas y los costes de inversión.

Se plantea un agrupamiento de los aerogeneradores, que depende de su disposición en el terreno, distribuidos según se refleja en el Plano de Planta general de zanjas y en el Plano Esquema unifilar interconexión 30 kV.

Dicho agrupamiento se prevé del modo siguiente:

Nº de línea de M.T.	Nº de aerogeneradores	Potencia línea (MW)
CIRCUITO 1	3	14,40
CIRCUITO 2	3	14,40
CIRCUITO 3	4	19,20
TOTAL	10	48,00

La línea discurre subterránea por el lateral de los caminos, con cables de 150, 240, 400 y 630 mm^2 en aluminio, UNE XLPE 18/30KV, enlazando los transformadores de cada aerogenerador hasta alcanzar el Centro colector a 30KV. Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x50mm2 en cobre desnudo, que se unirá con la puesta a tierra de la subestación para lograr una mejor disipación de la energía en caso de defecto a tierra y de esta manera mejorar la instalación de puesta a tierra.

Normalmente los cables suelen instalarse directamente enterrados siendo el acceso a los aerogeneradores bajo tubo de plástico embebido en el hormigón de la cimentación. El paso de viales deberá ser también bajo tubo.

Por cuestiones técnicas, económicas y ambientales, es conveniente que la zanja de cables transcurra paralela a los caminos de acceso a los aerogeneradores. Cuando no haya otra solución, en el caso de que la zanja no discurra al lado de ningún camino, por motivos de seguridad la profundidad de dicha zanja será de 1,50 metros.

Paralelamente por la misma zanja de las líneas citadas de M.T., se instalará una red de comunicaciones que utilizará como soporte un cable de fibra óptica y que se empleará para la monitorización y control del Parque Eólico.

Los cables de MT utilizados serán unipolares con aislamiento de material sintético: polietileno reticulado o etileno propileno. Además deben cumplir las normas UNE 21123, 20435 y la Recomendación UNESA 3305.

Las entradas de los cables a las celdas de los aerogeneradores se realizarán con la ayuda de terminales enchufables de conexión reforzada (atornillables) acodados, tipo EUROMOLD. Los conectores tendrán las siguientes características:

3 Conectores (uno para cada conductor) tipo M-400TB para cables entre 35 y 240 mm2.

3 Conectores (uno para cada conductor) tipo M-440TB para cables entre 240 y 630 mm2.

14.4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TIERRAS

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad del Parque Eólico, incluyendo el Parque Intemperie A.T. / M.T. de enlace o evacuación de energía. Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio según el RAT.

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; según el RAT.

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.
- Minimizar los efectos de la ferrorresonancia.
- 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 del mismo.

Sistema de tierras del aerogenerador

Cada aerogenerador dispondrá de un electrodo de puesta a tierra formado por tres anillos concéntricos, uno interior a la torre y otros dos exteriores a la torre, uno de ellos sobre la cimentación y otro en el exterior de ella, de cable de Cu desnudo de 50 mm². El anillo situado sobre la cimentación se localizará a una distancia de 3 metros del exterior de la torre y a una profundidad de 0,5 metros. El anillo perimetral se situará a una distancia de 1 metro del contorno de la cimentación y a una profundidad de 1 metro. Además los tres anillos se unirán por medio de 8 conductores radiales de cable de Cu desnudo de 50 mm². El anillo perimetral se unirá a la armadura de la cimentación en cuatro puntos. Todos estos anillos, junto con el cable de puesta a tierra proveniente del resto de aerogeneradores y los conductores de puesta a tierra que bajan de la estructura y aparamenta del aerogenerador se conectarán en una pletina de puesta a tierra de 50x10 mm² de cobre.

Esta configuración de puesta a tierra se reforzará mediante picas si se superan los límites de tensión de paso y de contacto marcados por la RCE o la resistencia resultante es superior a 10 Ω si se mide conectada al resto del sistema de puesta a tierra.

La unión de cables y el conexionado de las picas se resolverá con soldaduras aluminotérmicas. El sistema de tierras deberá ser confirmado una vez se realicen las medidas de resistividad del terreno.

La línea principal de protección será de 50 mm2, aislada, conectando todos los elementos metálicos: celdas de M.T; armadura zapata, torre, plataformas, herrajes, estructura envolvente del transformador, cuadros y otros.

A la principal de servicio, análoga a la anterior, se conexionarán los neutros de los transformadores y del generador

Sistema de tierras del sistema colector

Discurre por el mismo itinerario que las zanjas que contienen las líneas de M.T., enlazando cada uno de los aerogeneradores con la Subestación; con una longitud aproximada de 7.5 km.

Se resuelve con cable de cobre desnudo de 1 x 50 mm2 de sección, enterrado a 1,00 m de profundidad, hasta alcanzar la caja de verificación de la S.E.T.

15 RELACION DE PARCELAS AFECTADAS

La relación de parcelas afectadas es la siguiente. Así mismo se indica la relación de las instalaciones por las que se produce la afección.

PARQUE EOLICO NAVARRA I					
DATOS PARCELA			MEDICIÓN DE AFECCIONES		
TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	TURBINAS Y VUELOS	CAMINOS Y ZANJAS	SET Y TORRE DE MEDICIÓN
ESTERIBAR	6	41	NAV1 06	x	
ESTERIBAR	6	42	NAV1 06	x	
ESTERIBAR	6	79	NAV1 05	x	
ESTERIBAR	6	81	NAV1 05	x	
ESTERIBAR	6	85	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	6	86	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	6	92	NAV1 03	x	
ESTERIBAR	6	93	NAV1 02, NAV1 03	x	
ESTERIBAR	6	122			TORRE DE MEDICIÓN NAVARRA 1
ESTERIBAR	6	370	NAV1 06	x	
ESTERIBAR	7	169	NAV1 01	x	
ESTERIBAR	10	82	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	10	83	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	10	84	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	10	85		x	
ESTERIBAR	10	86		x	
ESTERIBAR	10	87		x	
ESTERIBAR	10	240	NAV1 01, NAV1 02, NAV1 03	x	
ESTERIBAR	10	241	NAV1 01	x	
ESTERIBAR	10	261		x	
ESTERIBAR	11	102	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	11	103		x	
ESTERIBAR	11	104		x	
ESTERIBAR	11	105	NAV1 05	x	
ESTERIBAR	11	139	NAV1 04	x	
ESTERIBAR	12	5		x	
ESTERIBAR	12	6	NAV1 07	x	
ESTERIBAR	12	21	NAV1 07	x	
ESTERIBAR	12	22		x	
ESTERIBAR	13	21		x	
ESTERIBAR	13	22	NAV1 09	x	
ESTERIBAR	13	23	NAV1 08, NAV1 09	x	
ESTERIBAR	13	33		x	
ESTERIBAR	13	36		x	

PARQUE EOLICO NAVARRA I					
DATOS PARCELA			MEDICIÓN DE AFECCIONES		
TERMINO MUNICIPAL	POLIGONO	PARCELA	TURBINAS Y VUELOS	CAMINOS Y ZANJAS	SET Y TORRE DE MEDICIÓN
ESTERIBAR	13	37		x	
ESTERIBAR	13	39		x	
ESTERIBAR	13	40		x	
ESTERIBAR	13	41		x	
ESTERIBAR	13	42		x	
ESTERIBAR	13	44		x	
ESTERIBAR	13	45		x	
ESTERIBAR	13	46		x	
ESTERIBAR	13	47		x	
ESTERIBAR	13	49		x	SUBESTACION 30/66kV PPEE NAVARRA 1 Y 2
ESTERIBAR	13	56		x	
ESTERIBAR	13	69		x	
ESTERIBAR	13	70	NAV1 06, NAV1 07	x	
ESTERIBAR	13	71	NAV1 06	x	
ESTERIBAR	13	72	NAV1 05	x	
ESTERIBAR	13	215	NAV1 09	x	
ESTERIBAR	13	221		x	
ESTERIBAR	13	222	NAV1 09	x	
ESTERIBAR	13	223	NAV1 09	x	
ESTERIBAR	14	6		x	
ESTERIBAR	14	9		x	
ESTERIBAR	14	10		x	
ESTERIBAR	14	11	NAV1 09	x	
ESTERIBAR	14	16	NAV1 08, NAV1 09	x	
ESTERIBAR	14	17		x	
ESTERIBAR	14	18	NAV1 08	x	
ESTERIBAR	14	20	NAV1 10	x	
ESTERIBAR	14	21		x	
ESTERIBAR	14	22	NAV1 09	x	
ESTERIBAR	14	23	NAV1 08, NAV1 09	x	
ESTERIBAR	15	422		x	
ESTERIBAR	15	423		x	
ESTERIBAR	15	451		x	
ESTERIBAR	15	452		x	
ESTERIBAR	15	453		x	
ESTERIBAR	15	454		x	

16 RELACION DE ORGANISMOS AFECTADOS

Las administraciones públicas o privadas cuyas propiedades se ven afectada por las instalaciones del parque eólico son:

ORGANISMO
CARRETERAS
Dirección general de Obras Públicas e Infraestructuras del Departamento de Cohesión Territorial del Gobierno de Navarra (Afección a carretera NA-2337). Se presenta separata anexa al proyecto.
BARRANCOS
CHE (Afección a Regata Setoaingo) Se presenta separata anexa al proyecto.
VIAS PECUARIAS
Dirección General de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. VVPP. (Afección a Pasada nº26). Se presenta separata anexa al proyecto.
ORDENACION DEL TERRITORIO
Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda, Paisaje y Proyectos Estratégicos (Adecuación del anteproyecto a los instrumentos de ordenación territorial y urbanística vigentes y valoración de sus afecciones sectoriales). Se presenta separata anexa al proyecto.

Se adjuntan al presente proyecto las separatas correspondientes para su tramitación, las cuales forman parte del proyecto.

Se adjuntan también separatas informativas para:

- Ayuntamiento de Esteribar

No se conoce ninguna otra posible afección sobre bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, Organismos, Corporaciones, o Departamentos del Gobiernos de Navarra, que no sean las anteriormente señaladas.

17 CONCLUSION

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones del Parque Eólico Navarra 1, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Marzo 2021

José Luis Ovelleiro Medina.
Ingeniero Industrial.
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:
Ingeniería y Proyectos Innovadores
B-50996719

Anejo 01.Calculos Eléctricos

INDICE

1 OBJETO 3
2 NORMATIVA 3
3 CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN 4

1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la realización de los cálculos eléctricos en la red de media tensión del parque eólico Navarra 1.

Se realizará el cálculo de los conductores de la red de Media Tensión según los criterios siguientes:

- Intensidad máxima permisible
- Caída de tensión máxima
- Pérdida de potencia

El parque eólico Lombas I está constituido por 10 aerogeneradores de 4,8 MW generando una potencia total de 48 MW a pleno rendimiento.

2 NORMATIVA

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 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.

3 CÁLCULO DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

Se han realizado los cálculos necesarios para optimizar la sección del conductor de media tensión en 30 kV.

Se han previsto 3 líneas subterránea colectora, con cable de 150, 240, 400 y 630 mm2 de sección, en aluminio, XLPE.

Las condiciones en las que se instalarán los circuitos serán las siguientes:

- Temperatura de servicio: 90ºC
- Temperatura del terreno: 25ºC
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K m/W
- Profundidad de instalación: 1 m
- Separación entre ternas de 200 mm o 300 mm.

Debido a que los circuitos se encontrarán directamente enterrados a 25ºC, separados 20 cm entre ellos y a 1 m de profundidad, habrá que aplicar un coeficiente de disminución de la intensidad máxima admitida por el cable que dependerá del número de ternas enterradas y de la profundidad de la zanja.

Factor de corrección por número de ternas enterradas

	Separación (200 mm)
1 terna	1,000
2 ternas	0,82
3 ternas	0,73
	Separación (300 mm)
3 ternas	0,755

Factor de corrección por profundidad de zanja de 1 m

Sección	Factor
< 240 mm2	1
≥ 240 mm2	1

Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

Resistividad	Factor
1,5 K·m/W	1

Factor de corrección por temperatura del terreno

Temperatura	Factor
25 °C	1

La fórmula aplicada para determinar la caída de tensión será:

$$\mu\% = \frac{\sqrt{3}\text{x L x I (R}\cos\varphi + \text{Xsen}\varphi)\text{x100}}{U}$$

Siendo:

μ% =	Caída de tensión en %.
L =	Longitud en Km
R =	Resistencia del aluminio en Ω/km
X =	Reactancia del aluminio en Ω/km
U =	Tensión nominal en V
cos φ =	0,95
sen φ =	0,31

Con lo expuesto anteriormente se ha confeccionado una tabla de cálculo en la que se comprueba que la línea colectora del parque con las distintas magnitudes expuestas por columnas, resuelve sobradamente los criterios de cálculo siguientes:

- Caída de tensión máxima de 3%
- Grado de utilización posible del cable del 95%

Además se prestará especial atención a las pérdidas por efecto Joule.

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 1

Temperatura Terreno = 25 °C | Resist.Térm.Terreno = 1,5 K·m/W | Separación de ternas =200 mm | Frecuencia =50 Hz

De Turbina	A Turbina	Tension	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long medida	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka·Kp)	Numero Conduct	Material	Sección	Intens máxima K·I	Resist	React	caida tensión parcial	caida tensión acum	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
		kV	kW	kW	A	%	km	km		m			Al	mm2	A	Ω/km	Ω/km	V	V	%	kW	kW
NAV1_01	NAV1_02	30	4800	4800	102,640	48,1	1,218	1,352	2	1,00	0,8200	1	Al	150	213,200	0,277	0,123	72,826	72,826	0,243	11,839	11,839
NAV1_02	NAV1_03	30	4800	9600	205,280	72,6	0,483	0,562	2	1,00	0,8200	1	Al	240	282,900	0,168	0,114	40,159	112,985	0,377	11,941	23,780
NAV1_03	SET	30	4800	14400	307,920	94,8	4,780	5,182	3	1,00	0,7300	1	Al	400	324,850	0,105	0,106	388,832	501,816	1,673	154,754	178,534

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 2

Temperatura Terreno = 25 °C | Resist.Térm.Terreno = 1,5 K·m/W | Separación de ternas =200 mm | Frecuencia =50 Hz

De Turbina	A Turbina	Tension	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long medida	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka·Kp)	Numero Conduct	Material	Sección	Intens máxima K·I	Resist	React	caida tensión parcial	caida tensión acum	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
		kV	kW	kW	A	%	km	km		m			Al	mm2	A	Ω/km	Ω/km	V	V	%	kW	kW
NAV1_04	NAV1_05	30	4800	4800	102,640	48,1	0,521	0,603	2	1,00	0,8200	1	Al	150	213,200	0,277	0,123	32,476	32,476	0,108	5,280	5,280
NAV1_05	NAV1_06	30	4800	9600	205,280	72,6	0,558	0,643	2	1,00	0,8200	1	Al	240	282,900	0,168	0,114	45,918	78,394	0,261	13,653	18,933
NAV1_06	SET	30	4800	14400	307,920	94,8	2,641	2,882	3	1,00	0,7300	1	Al	400	324,850	0,105	0,106	216,278	294,672	0,982	86,078	105,011

CALCULO DE RED 30 kV: CIRCUITO Nº 3

Temperatura Terreno = 25 °C | Resist.Térm.Terreno = 1,5 K·m/W | Separación de ternas =200 mm | Frecuencia =50 Hz

De Turbina	A Turbina	Tension	Potencia	Potencia Acumul	Intensid Acumul	Porcent Intensid	Long medida	Long	Nº ternas	Profundidad Enterramiento	Corrector (Ka·Kp)	Numero Conduct	Material	Sección	Intens máxima K·I	Resist	React	caida tensión parcial	caida tensión acum	caida tensión acum	Pot pérdida parcial	Pot pérdida acum
		kV	kW	kW	A	%	km	km		m			Al	mm2	A	Ω/km	Ω/km	V	V	%	kW	kW
NAV1_07	NAV1_08	30	4800	4800	102,640	54,1	0,541	0,625	3	1,00	0,7300	1	Al	150	189,800	0,277	0,123	33,634	33,634	0,112	5,468	5,468
NAV1_08	NAV1_09	30	4800	9600	205,280	81,5	0,572	0,658	3	1,00	0,7300	1	Al	240	251,850	0,168	0,114	46,993	80,627	0,269	13,973	19,441
NAV1_09	SET	30	9600	19200	410,560	94,6	1,361	1,506	3	1,00	0,7550	1	Al	630	434,125	0,063	0,098	106,475	187,101	0,624	47,980	67,421
NAV1_10	NAV1_09	30	4800	4800	102,640	54,1	0,548	0,632	3	1,00	0,7300	1	Al	150	189,800	0,277	0,123	34,040	34,040	0,113	5,534	5,534

Anejo 02.Descripción del Recurso Eólico

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE RECURSO EÓLICO PARA P.E. NAVARRA 1

Referencia: R20-56-01-01
Revisión: 0
Fecha: 10 de febrero de 2021

BARLOVENTO RECURSOS NATURALES S.L.
c/ Pintor Sorolla 8, 1º A. 26007 LOGROÑO (ESPAÑA)
Tfno: +34 941 287347; Fax: +34 941 287348; e-mail:brn@barlovento-recursos.com

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE RECURSO EÓLICO PARA P.E. NAVARRA 1

Emitido por Barlovento Recursos Naturales

LABORATORIO:

BARLOVENTO RECURSOS NATURALES, S.L.
CIF: B-26264366.
C/ Pintor Sorolla, nº 8 1A
26007 LOGROÑO (ESPAÑA)
Tel: +34 941 28 73 47.
Fax: +34 941 28 73 48.
email: brn@barlovento-recursos.com

PROYECTO:

Proyecto: P.E. Navarra 1
Fecha: 10 de febrero de 2021
Revisión: 0

CLIENTE: SACYR CONCESIONES RENOVABLES S.L.

MÉTODO: Recurso eólico: Procedimiento Interno de Barlovento.

PREPARADO POR: Guillermo Gutiérrez

REVISADO POR: Aurelio Lerena

APROBADO POR: Rafael Zubiaur

CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE RECURSO EÓLICO PARA P.E. NAVARRA 1

Listado de documentos y calendario de revisiones

Referencia	Revisión	Título	Comentarios	Fecha
R20-56-01-01	0	CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DE RECURSO EÓLICO PARA P.E. NAVARRA 1		10/02/2021

Control de copias y distribución

Número de copia	Referencia	Revisión	Distribución
1	R20-56-01-01	0	SACYR CONCESIONES RENOVABLES S.L.
2	R20-56-01-01	0	Barlovento Recursos Naturales

Número de copia: 1

AVISO LEGAL:
Este documento ha sido preparado en nombre de y para uso exclusivo del Cliente. Barlovento Recursos Naturales no aceptará ninguna responsabilidad con respecto al uso de o en relación con este documento por terceras partes.

Si el material provisto por el Cliente o terceras partes (datos, documentos, notas, diagramas, etc.) y utilizados en el informe no pueden ser comprobados, Barlovento no asumirá ninguna responsabilidad ni garantizará la exactitud de los cálculos aquí presentados.

El resultado de este informe sólo puede ser interpretado dentro del contexto completo del informe y bajo la consideración de las observaciones del autor sobre los resultados y las incertidumbres calculadas.

BARLOVENTO RECURSOS NATURALES S.L.
c/ Pintor Sorolla 8, 1º A. 26007 LOGROÑO (ESPAÑA)
Tfno: +34 941 287347; Fax: +34 941 287348; e-mail:brn@barlovento-recursos.com

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 5
2. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO 7
3. METODOLOGÍA 10
4. ESTADÍSTICAS PRINCIPALES DEL RÉGIMEN DE VIENTO 14
5. EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE 17
6. AEROGENERADOR 18
7. MODELIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE PRODUCCIONES 19
8. CONCLUSIONES 24

FIGURAS

FIGURA 1 OROGRAFÍA DE LA ZONA, CURVAS DE NIVEL CADA 10 METROS. 6
FIGURA 2 UBICACIÓN DEL P.E. NAVARRA 1 (FUENTE: GOOGLE MAPS). 7
FIGURA 3 IMAGEN AÉREA DEL PROYECTO P.E. NAVARRA 1 Y SUS PARQUES VECINOS, VISTA DESDE EL SUR. (FUENTE: GOOGLE EARTH). 8
FIGURA 4 USO DE DATOS DEL MODELO WRF (FUENTE: NCAR). 11
FIGURA 5 ALTIMETRÍA Y POSICIÓN DEL NODO DE INICIALIZACIÓN O MÁSTIL VIRTUAL. 12
FIGURA 6 DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA Y CONTENIDO ENERGÉTICO DE DIRECCIÓN DE VIENTO EN % EN EL MÁSTIL VIRTUAL MAST 2. 14
FIGURA 7 DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDADES A 120 METROS EN EL MÁSTIL VIRTUAL MAST 2.15
FIGURA 8 VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD CON LA ALTURA EN EL MÁSTIL VIRTUAL. 16
FIGURA 9 DATOS DE ENTRADA PARA EL MODELO WASP A 120 METROS EN EL MÁSTIL VIRTUAL MAST 2. 20
FIGURA 10 CAMPO DE VIENTOS EN EL EMPLAZAMIENTO A 120 M UTILIZANDO EL MÁSTIL VIRTUAL. 21

TABLAS

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEL P.E. NAVARRA 1. 5
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARTOGRAFÍA DIGITAL. 7
TABLA 3. LONGITUDES DE RUGOSIDAD. 8
TABLA 4. COORDENADAS DE LOS AEROGENERADORES DEL P.E. NAVARRA 1. 9
TABLA 5. PUNTO DE TORRE VIRTUAL. 14
TABLA 6. DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DE DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DE VIENTO EN EL MÁSTIL VIRTUAL MAST 2. 15
TABLA 7. PERFIL VERTICAL ACEPTADO EN EL EMPLAZAMIENTO. 16
TABLA 8. FUENTE DE DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL AIRE. 17
TABLA 9. TEMPERATURA, PRESIÓN, HUMEDAD Y DENSIDAD DEL AIRE DEL P.E. NAVARRA 1. 17
TABLA 10. AEROGENERADOR. 18
TABLA 11. CURVA DE POTENCIA DEL AEROGENERADOR PARA LA DENSIDAD 1.11 KG/M^3. 18
TABLA 12. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA EVALUADA. 21
TABLA 13. FACTORES DE CORRECCIÓN Y PÉRDIDAS DE PRODUCCIÓN ESPERADAS. 22
TABLA 14. RESULTADOS DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LOS AEROGENERADORES DEL P.E. NAVARRA 1. 23
TABLA 15. RESULTADOS ENERGÉTICOS DEL PROYECTO NAVARRA 1. 23
TABLA 16. RESULTADOS ENERGÉTICOS DEL PROYECTO NAVARRA 1. 25

1. INTRODUCCIÓN

La empresa SACYR CONCESIONES RENOVABLES S.L. (en adelante el Cliente) ha encargado a Barlovento la evaluación preliminar del recurso eólico y producción para el parque eólico Navarra 1, ubicado en la Comunidad Foral de Navarra. El emplazamiento se encuentra ubicado en la provincia de Navarra (España), a unos 13 km al noreste de la ciudad de Pamplona.

Las características principales se pueden ver en la siguiente tabla:

Localización (País / Región)	Navarra, España
Proyecto	**Navarra 1**
Altitud aproximada del emplazamiento (msnm)	987
Número de Aerogeneradores	10
Potencia nominal del aerogenerador (MW)	4.8
Diámetro de rotor (m)	145
Altura de buje (m)	127.5
Potencia total instalada (MW)	48

Tabla 1. Características del P.E. Navarra 1.

El objetivo del estudio es realizar una estimación inicial del nivel de recurso eólico disponible en el emplazamiento, así como evaluar de forma preliminar la producción esperada para el parque eólico planteado. A fin de obtener resultados netos de producción energética, se ha considerado la siguiente configuración:

- 10 aerogeneradores con un diámetro de 145 m, altura de buje de 127.5 m y una potencia nominal de 4.8 MW.

Dado que en el emplazamiento no se tienen datos de viento, para la evaluación se ha contado con un mástil virtual representativo del largo plazo, VORTEX. Este mástil virtual se ha obtenido mediante el modelo meteorológico WRF (Weather Research and Forecasting) y utilizando como datos de entrada los correspondientes al reanálisis ERA5 del centro europeo de predicción (ECMWF).

En un paso posterior estos datos virtuales han sido incorporados al modelo WAsP para realizar una estimación de la velocidad y producción energética en cada punto del emplazamiento.

En los cálculos finales, a nivel de microescala, se ha utilizado la topografía obtenida a partir de modelos digitales del terreno del Centro Nacional de Información Geográfica[1] de resolución 5 m. La Figura 1 muestra las curvas de nivel en intervalos de 10 metros.

[1] http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp

Los trabajos desarrollados incluyen:

i) Obtención de las estadísticas de parámetros eólicos relevantes en un punto de la zona (punto de torre virtual). VORTEX MAST (resolución 100 m).

ii) Evaluación de la densidad del aire en el emplazamiento.

iii) Simulación del campo de vientos en el emplazamiento mediante los modelos VORTEX y WAsP.

iv) Cálculo de las producciones brutas y netas esperadas en las diferentes posiciones de aerogenerador.

v) Cálculo de las pérdidas energéticas debidas a estelas mediante el modelo PARK.

En los siguientes apartados se describen estos trabajos y se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del parque.

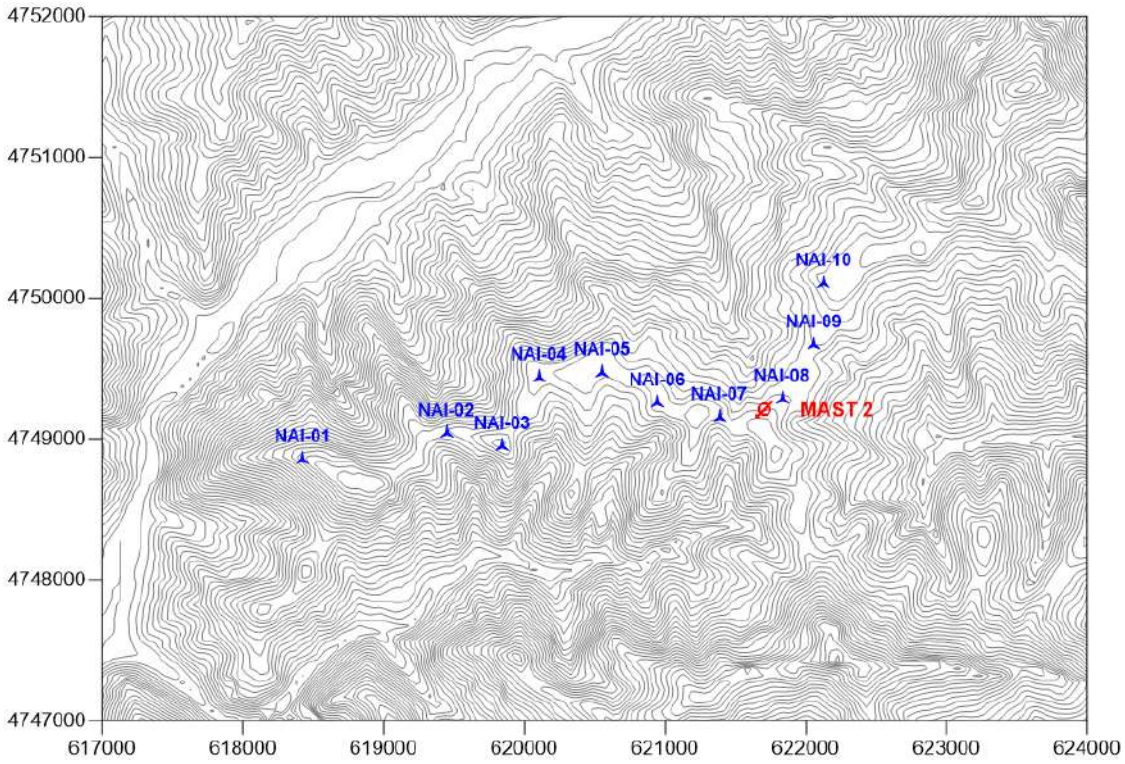


Figura 1 Orografía de la zona, curvas de nivel cada 10 metros.

2. DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La siguiente figura muestra la localización del parque eólico:

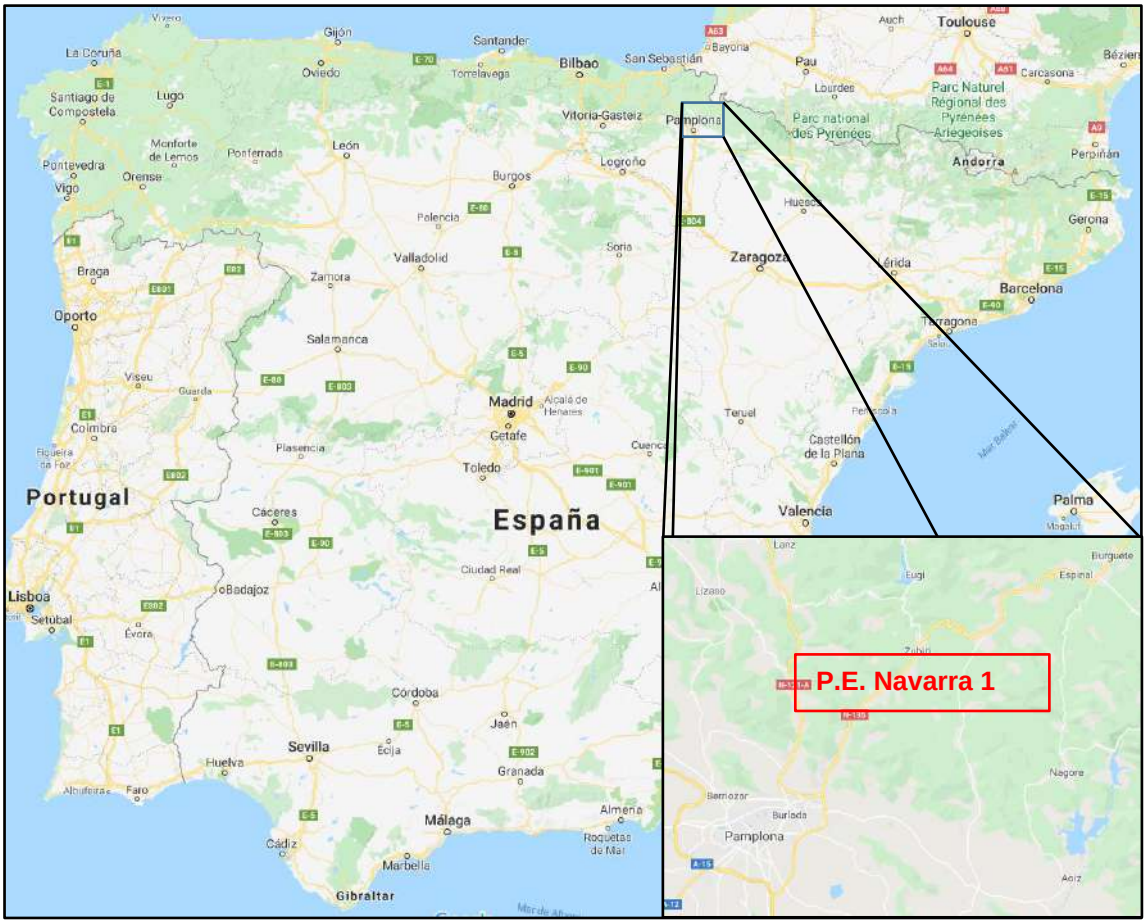


Figura 2 Ubicación del P.E. Navarra 1 (Fuente: Google Maps).

2.1- OROGRAFÍA Y RUGOSIDAD

En la siguiente tabla se recogen las características de la cartografía digital utilizada en el estudio.

	Orografía	**Rugosidad**
Tamaño	42 x 34 km^2	42 x 34 km^2
Formato	Malla de datos	Líneas de contorno
Fuente de datos	CNIG	Barlovento, a partir de Imágenes de satélite
Resolución	10 m	-
Proyección Geográfica utilizada*	UTM ETRS89, Zona 30T	

*Esta proyección se utiliza en todos los mapas y planos, de no ser así se indicará.

Tabla 2. Características de la cartografía digital.

Las longitudes de rugosidad utilizadas se encuentran en la siguiente tabla:

Características de la superficie de terreno	Longitud rugosidad (m)
Bosque alto	> 1
Ciudad	1
Bosque	0.8
Barrios residenciales	0.5
Cortavientos	0.3
Muchos árboles y/o arbustos	0.2
Terrenos de cultivo de apariencia cerrada	0.1
Terrenos de cultivo de apariencia abierta	0.05
Terrenos con muy pocos edificios/árboles	0.03
Zonas de aeropuerto con edificios y árboles	0.02
Pistas de rodadura del aeropuerto	0.01
Hierba baja	0.008
Suelo sin vegetación (regular)	0.005
Superficies de nieve (regular)	0.001
Superficies de arena (regular)	0.0003
Áreas de agua (lagos, fiordos, mar)	0.0001

Tabla 3. Longitudes de rugosidad.

La siguiente fotografía aérea muestra la cobertura vegetal del emplazamiento.

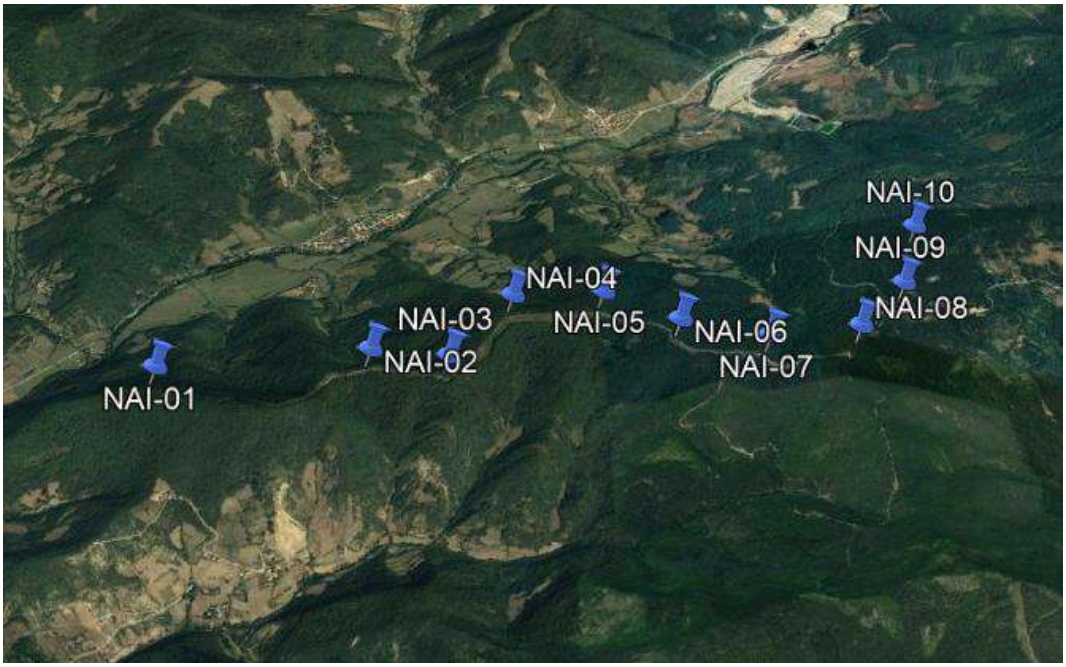


Figura 3 Imagen aérea del proyecto P.E. Navarra 1 y sus parques vecinos, vista desde el sur. (Fuente: Google Earth).

2.2- CONFIGURACIÓN DE PARQUE

A continuación, se muestran las coordenadas de los aerogeneradores (proporcionadas por el cliente), altitud y la distancia al aerogenerador más cercano.

Aerogenerador	X (m)	Y (m)	Altitud (m)	Aerogenerador más cercano (distancia en diámetros)
NAI-01	618426	4748870	822	NAI-02 - 7.1
NAI-02	619445	4749053	822	NAI-03 - 2.8
NAI-03	619844	4748962	860	NAI-02 - 2.8
NAI-04	620104	4749452	862	NAI-05 - 3.1
NAI-05	620554	4749487	870	NAI-06 - 3.1
NAI-06	620946	4749270	880	NAI-05 - 3.1
NAI-07	621385	4749169	878	NAI-06 - 3.1
NAI-08	621830	4749298	856	NAI-09 - 3.1
NAI-09	622058	4749682	856	NAI-10 - 3.0
NAI-10	622128	4750118	887	NAI-09 - 3.0

Tabla 4. Coordenadas de los aerogeneradores del P.E. Navarra 1.

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la evaluación de recursos eólicos de la zona se basa en la simulación del campo de vientos mediante modelo meteorológico. La herramienta principal elegida para la modelización es VORTEX.

VORTEX, a través de su producto mástil virtual (MAST), proporciona información meteorológica en un punto seleccionado a varias alturas sobre el nivel del suelo.

El núcleo tecnológico de VORTEX es el modelo atmosférico no lineal WRF (Weather Research and Forecasting model). WRF ha sido desarrollado en colaboración de distintos centros de investigación atmosférica y respaldado por una comunidad científica de más de diez mil usuarios, e incorpora los últimos avances en parametrizaciones físicas. Entre los centros que intervienen en el desarrollo del modelo, destacan el National Center for Atmospheric Research (NCAR), el National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) y the National Centers for Environmental Prediction (NCEP).

Los modelos meteorológicos de mesoescala necesitan de información meteorológica para la inicialización de la simulación y establecer las condiciones de frontera. Esta información proviene de los modelos meteorológicos globales, que representan la situación general de la atmósfera en un momento dado. En este caso, el modelo se ha inicializado con la base climática global ERA5 (del ECMWF). Dicha base de datos cubre más de 50 años sobre una malla con resolución espacial de aproximadamente 31 km.

Los datos del mástil virtual (MAST), correspondientes a un punto representativo, se extrapolarán al resto del emplazamiento mediante simulación con el modelo WAsP.

3.1- MODELO VORTEX

El modelo en el que se basa VORTEX es WRF, es un modelo regional, no-hidrostático, que permite resoluciones horizontales de decenas de metros y 60 niveles de presión verticales, distribuidos de manera que la resolución es mayor en las capas más bajas de la atmósfera y disminuye según subimos en altura (presión). Posee la capacidad de asimilar datos de observaciones meteorológicas, incorpora los últimos avances en parametrizaciones físicas e incluye la capacidad de trabajar con anidamientos.

El proceso de cálculo se realiza en varias etapas. En una primera fase, se parte de un área amplia, suficiente para observar fenómenos mesoescalares, y de baja resolución. En pasos posteriores el área de estudio se va reduciendo al área de interés, aumentando la resolución hasta llegar a niveles adecuados para usos energéticos. Este proceso se desarrolla mediante anidamiento, que consiste en incorporar una rejilla con resolución más fina dentro de una rejilla de área superior. Las condiciones de frontera son dadas por la rejilla mayor a la menor. En el caso del modelo WRF los diversos cálculos hasta llegar al último nivel de cálculo se efectúan de forma no lineal.

Los resultados obtenidos, archivo .TAB, tienen una resolución espacial y temporal de 100 m y 1 hora respectivamente, obteniendo una estimación de la velocidad y dirección de viento. El archivo .TAB cubre un periodo de 20 años, y su resultado se considera representativo del largo plazo. La resolución de este archivo se considera suficiente para obtener una estimación preliminar del recurso eólico en el emplazamiento.

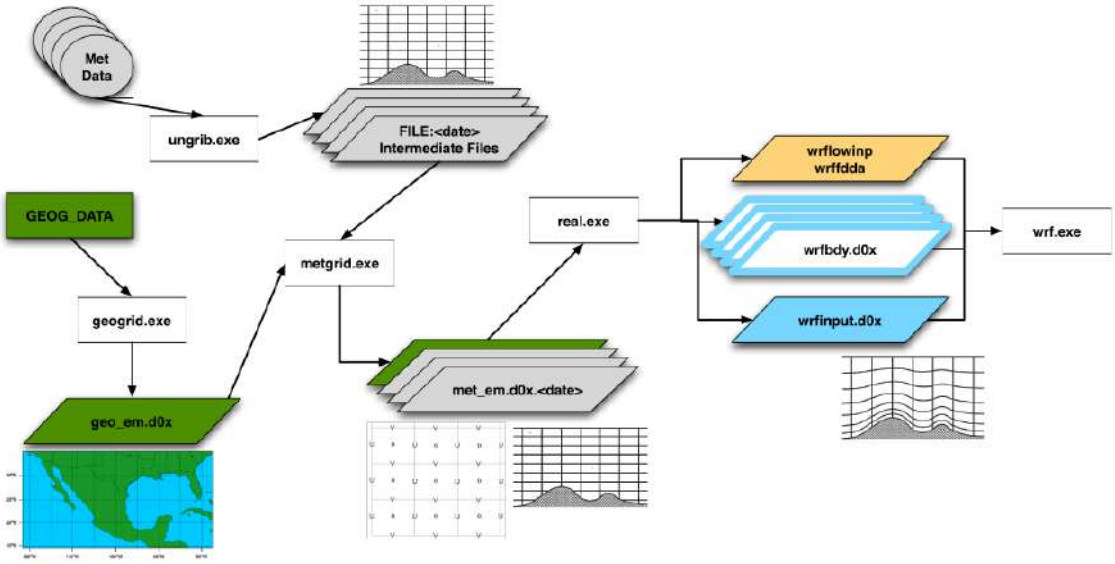


Figura 4 Uso de datos del modelo WRF (Fuente: NCAR).

3.2- MODELO DE MICROESCALA, WAsP

En esta etapa, se estima el recurso eólico en el emplazamiento a partir de los datos del mástil virtual. La resolución se incrementa hasta un valor suficiente para la evaluación de recursos de un parque eólico. Esta resolución está limitada por la de los datos virtuales disponibles, en este caso 100 m. El modelo de microescala calcula la variación del viento debida a los efectos de la topografía local y de la rugosidad del terreno.

En este proceso se ha utilizado el mástil virtual obtenido por medio de modelización a nivel microescalar de Vortex. Como resultado directo se obtiene la distribución de frecuencia de velocidad de viento por cada uno de los 16 sectores de dirección considerados en la posición del nodo de inicialización del modelo (en adelante torre virtual, NODO o MAST).

La posición de la torre virtual ha sido definida por Barlovento con la intención de que ésta sea representativa de las posiciones de aerogenerador que tienen una mejor exposición al flujo libre de viento en la zona, teniendo en cuenta la rosa de viento esperada, así como las características orográficas y pendientes de la zona. La siguiente figura, muestra la posición del mástil virtual y una vista 3D del emplazamiento.

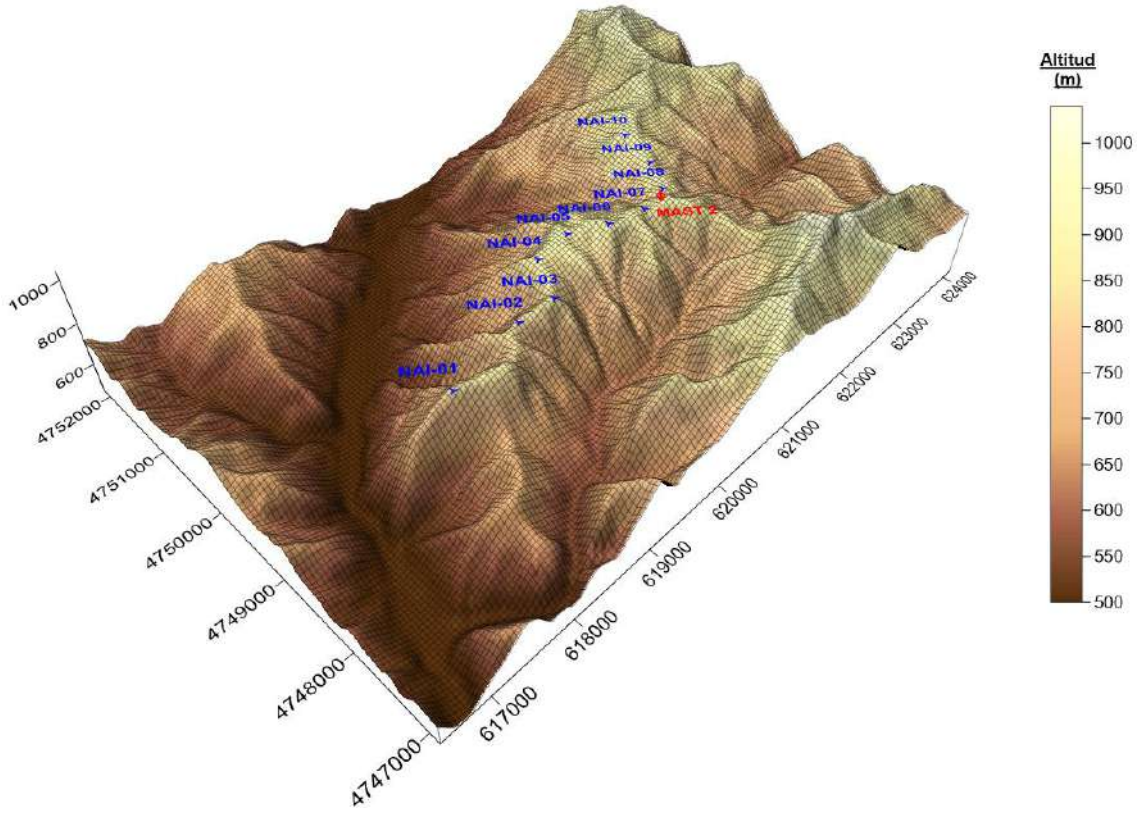


Figura 5 Altimetría y posición del nodo de inicialización o mástil virtual.

Para obtener un campo de vientos detallado del emplazamiento, se ha utilizado el modelo WAsP, utilizando como datos de entrada los proporcionados por los mástiles virtuales. Este modelo ha sido elaborado por la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU), con él se ha elaborado el Atlas Eólico Europeo, varios Atlas Eólicos nacionales y regionales, así como la evaluación de numerosos parques eólicos.

Como resultado de la simulación se han obtenido los valores de:

- Velocidades a la altura de buje de los aerogeneradores.
- Rosas de frecuencias y de energías.
- Distribuciones de velocidades.
- Perfil vertical de viento.

Asimismo, utilizando la curva de potencia del aerogenerador, el modelo realiza el cálculo de la producción bruta y neta una vez descontadas las pérdidas por estelas.

Las pérdidas por estelas se han calculado mediante el modelo **PARK**, elaborado asimismo por DTU, es un modelo de cálculo de pérdidas de producción debidas a *sombras* entre aerogeneradores. El modelo PARK está integrado en la versión 11.6 de WAsP. Esta versión del programa PARK permite calcular las pérdidas de producción entre aerogeneradores del parque.

Dado que los datos de entrada corresponden a un periodo representativo del largo plazo, los resultados de producción obtenidos son, asimismo, valores representativos a largo plazo.

3.3- DATOS GEOFÍSICOS

Los datos de orografía y rugosidad requeridos por los modelos de meso y microescala deben ser facilitados a los modelos. En la Tabla 2 se especifican las diferentes fuentes de datos utilizadas.

Los valores de rugosidad superficial se han asignado a partir de la vegetación existente en la zona de estudio.

La Figura 5 muestra el mapa de altimetría generado a partir del modelo digital de terreno del CNIG de resolución 5 m.

4. ESTADÍSTICAS PRINCIPALES DEL RÉGIMEN DE VIENTO

En este apartado se describen brevemente las principales estadísticas del régimen de viento, estimado a partir del proceso anteriormente explicado, en la posición del mástil virtual a una altura de 120 m sobre el nivel del suelo.

4.1- VORTEX - MAST VIRTUAL

Para la evaluación del recurso eólico de la zona no se dispone de datos medidos por una torre meteorológica. Barlovento ha definido un punto de torre virtual de largo plazo de resolución 100 m, centrado en el siguiente punto (ver Figura 5).

Torre virtual	X (m)	Y (m)	Altitud (m)
MAST 2	621709	4749208	862

Tabla 5. Punto de torre virtual.

4.2- ESTADÍSTICAS MAST 2

Las siguientes tablas y figuras muestran un resumen estadístico de los principales parámetros del viento.

MAST 2

	120 m
Velocidad media (m/s)	7.96
Potencia Media(W/m^2) (ρ=1.225 kg/m^3)	507
Weibull A(m/s), k	A=9.1, k=2.53
Perfil Vertical Medio [α]	0.21

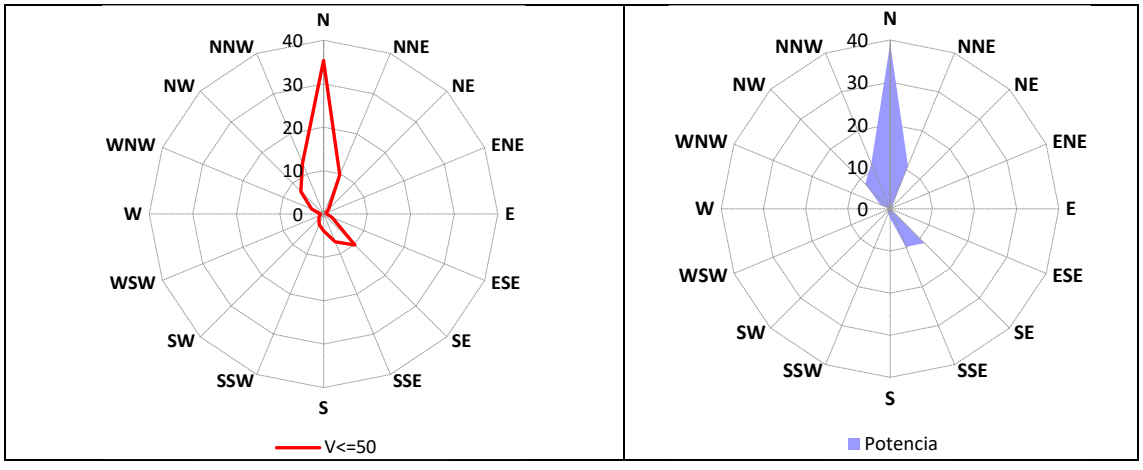


Figura 6 Distribución de frecuencia y contenido energético de dirección de viento en % en el mástil virtual MAST 2.

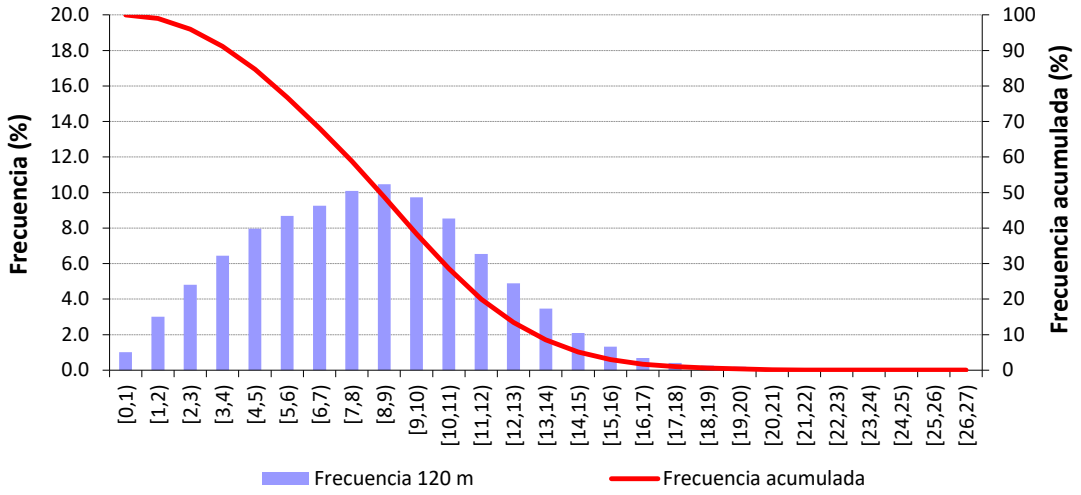


Figura 7 Distribución de velocidades a 120 metros en el mástil virtual MAST 2.

Sector	Frecuencia [%]	Velocidad [m/s]	Potencia [W/m^2]
N	35.3	8.87	562
NNE	9.7	8.75	576
NE	1.7	5.44	205
ENE	0.7	2.26	15
E	0.8	2.64	18
ESE	2.2	3.85	45
SE	10.2	7.90	572
SSE	7.0	8.78	707
S	3.9	6.02	295
SSW	2.6	5.92	249
SW	1.5	6.47	268
WSW	1.0	6.39	400
W	0.7	2.99	28
WNW	2.9	7.69	443
NW	7.3	8.29	578
NNW	12.6	7.57	468
TOTAL	**100**	**7.96**	**507**

Tabla 6. Distribución sectorial de dirección y velocidad de viento en el mástil virtual MAST 2.

4.3- EVALUACIÓN DEL PERFIL VERTICAL

El perfil vertical del viento se calcula asumiendo que la velocidad del viento cambia con la altura siguiendo una ley potencial a partir de la siguiente ecuación:

$$V_2/V_1 = (h_2/h_1)^{\alpha}$$

Donde:

- V_2 = velocidad del viento en el nivel 2
- V_1 = velocidad del viento en el nivel 1
- h_2 = altura del nivel 2
- h_1 = altura del nivel 1
- α = exponente de la ley potencial

Puesto que no se dispone de medidas en el emplazamiento, el valor de perfil vertical se ha derivado de la velocidad estimada por el modelo WAsP, partiendo del mástil virtual a largo plazo a diferentes alturas. En la siguiente figura pueden verse los resultados:

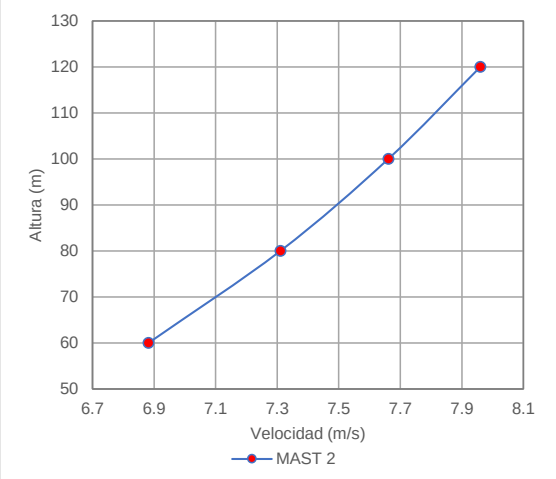


Figura 8 Variación de la velocidad con la altura en el mástil virtual.

La siguiente tabla muestra el perfil vertical medio aceptado obtenido por WAsP a diferentes alturas.

Torre	Perfil medio aceptado (α)
MAST 2	0.21

Tabla 7. Perfil vertical aceptado en el emplazamiento.

El perfil vertical debe ser ratificado cuando se disponga de medidas del mástil meteorológico instalado en el emplazamiento.

5. EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE

La tabla siguiente muestra los datos usados como referencia para la evaluación de la densidad del aire.

Variables	Origen de los datos (Pamplona Aeropuerto)	Altitud del sensor (m)	Distancia al emplazamiento (km)	Periodo considerado (años)
Temperatura	AEMET	-	15	29
Presión	OGIMET			

Tabla 8. Fuente de datos para el cálculo de la densidad del aire.

Se considera que los datos son adecuados para llevar a cabo el cálculo de la densidad del aire con un margen de error aceptable.

La extrapolación de la densidad del aire desde los datos de referencia de la tabla anterior hasta la altura de buje se ha realizado usando un modelo hidrostático de atmósfera.

La siguiente tabla muestra el cálculo de la densidad para el P.E. Navarra 1:

Mes	Datos de referencia (ver Tabla 8)		Media del P.E. Navarra 1 a altura de buje (859 m + 127.5 m de altura de buje media)		
	Presión (mb)	Temperatura (ºC)	Presión (mb)	Temperatura (ºC)	Densidad (kg/m^3)
Enero	965.0	5.2	903.9	1.8	1.14
Febrero	962.1	6.3	901.4	2.9	1.14
Marzo	962.7	9.1	902.6	5.7	1.12
Abril	959.7	10.9	900.1	7.5	1.11
Mayo	960.6	14.7	901.8	11.3	1.10
Junio	962.7	18.6	904.5	15.2	1.09
Julio	963.4	21.2	905.7	17.8	1.08
Agosto	963.2	21.4	905.5	18.0	1.08
Septiembre	964.3	18.2	905.9	14.8	1.09
Octubre	962.7	14.1	903.6	10.7	1.11
Noviembre	964.0	9.0	903.8	5.6	1.13
Diciembre	963.8	6.0	903.0	2.6	1.14
ANUAL	**962.9**	**12.9**	**903.5**	**9.5**	**1.11**

Tabla 9. Temperatura, presión, humedad y densidad del aire del P.E. Navarra 1.

Se concluye que la densidad media del emplazamiento en el P.E. Navarra 1 es 1.11 kg/m^3 con altitud media (859 m) + altura de buje (127.5 m).

Se considera que el periodo de datos usado garantiza que los valores obtenidos serán representativos a largo plazo.

6. AEROGENERADOR

La tabla siguiente muestra las principales características del aerogenerador a instalar.

Vin-Vout (m/s)	3 - 27
Potencia Nominal (MW)	4.8
Altura Buje (m)	127.5
Diámetro del rotor (m)	145

Tabla 10. Aerogenerador.

En la siguiente tabla y figura se muestran la curva de potencia para el aerogenerador considerado a la densidad del emplazamiento (ver Tabla 9).

Velocidad (m/s)	Potencia (kW)	Ct
3.0	46	0.895
3.5	112	0.867
4.0	212	0.844
4.5	340	0.829
5.0	497	0.820
5.5	684	0.817
6.0	908	0.818
6.5	1172	0.819
7.0	1478	0.819
7.5	1830	0.817
8.0	2226	0.808
8.5	2655	0.786
9.0	3102	0.751
9.5	3545	0.705
10.0	3962	0.652
10.5	4326	0.594
11.0	4614	0.533
11.5	4800	0.473
12.0	4800	0.416
12.5	4800	0.366
13.0	4800	0.322
13.5	4800	0.285
14.0	4800	0.253
14.5	4800	0.226
15.0	4800	0.203
15.5	4800	0.183
16.0	4800	0.166
16.5	4800	0.151
17.0	4800	0.138
17.5	4800	0.126
18.0	4800	0.116
18.5	4800	0.107
19.0	4800	0.099
19.5	4800	0.091
20.0	4800	0.084
20.5	4800	0.078
21.0	4800	0.072
21.5	4800	0.067
22.0	4720	0.062
22.5	4628	0.057
23.0	4531	0.053
23.5	4432	0.049
24.0	4337	0.045
24.5	4247	0.042
25.0	4168	0.039
25.5	4096	0.037
26.0	4031	0.035
26.5	3977	0.033
27.0	3930	0.031

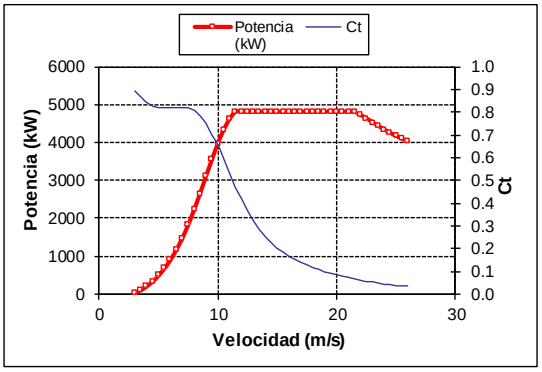


Tabla 11. Curva de potencia del aerogenerador para la densidad 1.11 kg/m^3.

7. MODELIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE PRODUCCIONES

A fin de evaluar los resultados energéticos del parque eólico, se han utilizado técnicas de modelización.

El proceso ha sido el siguiente:

- Se ha calculado el mástil virtual VORTEX-MAST en un punto representativo del emplazamiento. Estos resultados se han obtenido con el modelo WRF, partiendo inicialmente de una simulación de resolución mesoescalar y refinando mediante anidamiento hasta una resolución de 100 m.

- A partir de los resultados a microescala obtenidos por VORTEX (MAST) en un punto a 120 m de altura de medida, y mediante la utilización del modelo WAsP, se obtienen los resultados de velocidad y producción en las diferentes posiciones del emplazamiento, con una resolución de 100 metros.

- Utilizando el modelo PARK se han evaluado las pérdidas de producción debidas a las estelas entre aerogeneradores del mismo parque.

- Finalmente se han calculado las producciones netas a largo plazo del parque eólico propuesto.

7.1- DATOS DE ENTRADA UTILIZADOS

Como datos de entrada de los modelos se han utilizado los siguientes:

7.1.1.-Orografía

En los cálculos finales se ha utilizado topografía obtenida a partir del modelo digital de CNIG[2] de resolución 5 m.

7.1.2.-Rugosidad superficial

Para evaluar la rugosidad del terreno, se ha recurrido a imágenes satelitales de Google Earth, ver 2.1-.

7.1.3.-Datos de viento

Para la evaluación energética del proyecto se han utilizado los datos de viento del mástil virtual (MAST 2, resolución 100 m), que sirven de entrada al modelo WAsP. Estos datos de entrada corresponden a un periodo representativo del largo plazo. Mediante este modelo se obtienen los resultados de velocidad y producción en las posiciones de aerogenerador.

[2] http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp

Como datos de viento se han utilizado aquellos que los centros meteorológicos recogen y analizan con periodicidad horaria (datos de las estaciones meteorológicas de superficie, radiosondeos, barcos, aviones, radares y satélites). A partir de estos datos, los centros meteorológicos elaboran el reanálisis, que representa la situación general de la atmósfera en un momento dado. Estos centros cuentan con varios decenios de series de datos de reanálisis en todo el volumen de la atmósfera (tridimensionales) de calidad controlada, que cubren todo el globo.

Vortex adapta estos datos climáticos globales a los efectos locales del terreno, y genera mapas eólicos a mesoescala y resultados a microescala (Mástil virtual).

A continuación, se muestra la distribución de viento empleada como entrada para el modelo WAsP a 120 metros de altura.

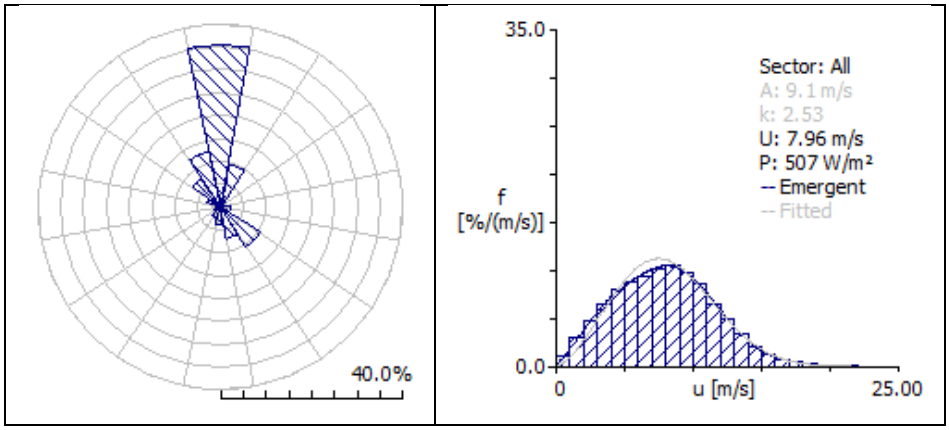


Figura 9 Datos de entrada para el modelo WAsP a 120 metros en el mástil virtual MAST 2.

7.1.4.-Densidad del aire y curva de potencia

La densidad media estimada del aire en el emplazamiento Navarra 1, a su correspondiente altura media sobre el nivel del mar más la altura de buje de 127.5 m, es de $\rho = 1.11$ kg/m^3.

Para el cálculo energético se ha utilizado la curva de potencia de un aerogenerador, a la densidad media estimada en el emplazamiento (ver Apartados 5 y 6).

7.2- MODELOS UTILIZADOS

Los modelos utilizados en el presente estudio son VORTEX y WAsP v11.6.

VORTEX es un modelo de campo de vientos elaborado por la compañía VORTEX.

WAsP es un modelo de evaluación del campo de vientos elaborado por la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU), con el que se han elaborado el Atlas Eólico Europeo, varios Atlas Eólicos nacionales y regionales, y se han evaluado numerosos parques eólicos.

PARK, elaborado asimismo por DTU, es un modelo de cálculo de pérdidas de producción debidas a sombras entre aerogeneradores. El modelo PARK está integrado en la versión 11.6 de WAsP. Esta versión del programa PARK permite calcular las pérdidas de producción entre aerogeneradores de distinto modelo.

7.3- EVALUACIÓN DE LA ZONA

Mediante el proceso descrito en apartados anteriores se obtienen los resultados de velocidad en los diferentes puntos del emplazamiento. Las características de este cálculo se muestran a continuación.

Altura de los resultados (m)	Dimensiones X-Y(km)	Resolución de la malla (m)
120	7x5	50

Tabla 12. Características de la zona evaluada.

En la siguiente figura se muestra el mapa de isoventas del emplazamiento a 120 m de altura de buje, calculado con el mástil virtual:

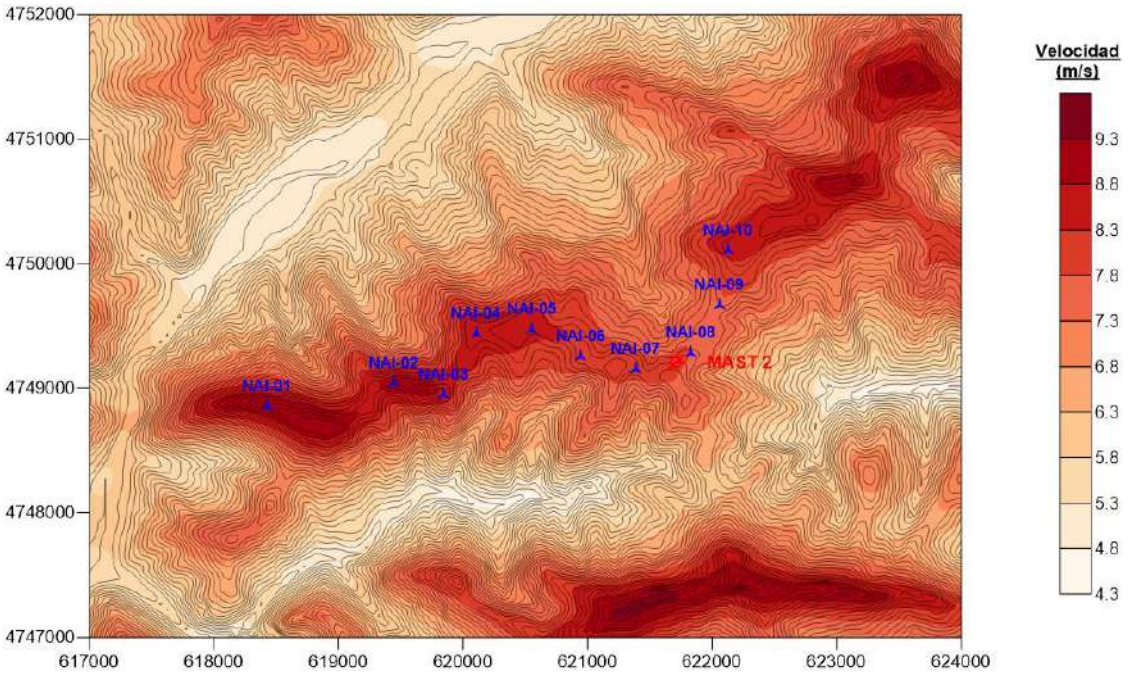


Figura 10 Campo de vientos en el emplazamiento a 120 m utilizando el mástil virtual.

7.4- EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

7.4.1.-Pérdidas técnicas y operacionales

Para la opción de parque propuesta (posiciones, modelo de aerogenerador y altura de buje) se ha realizado la evaluación de las producciones brutas. Al valor de producción obtenido en la simulación habrá que descontar las pérdidas debidas a diferentes factores durante el funcionamiento de un parque eólico. La tabla siguiente resume los factores que han sido aplicados para ajustar la producción bruta de un parque eólico en funcionamiento conectado a la red eléctrica.

Estas pérdidas son orientativas y deberán evaluarse con exactitud en la evaluación final de producción, una vez efectuada la campaña de medidas. En este sentido, hay que señalar que no se han considerado las estelas de parques vecinos en el cálculo de la producción. Teniendo en cuenta el tamaño del conjunto de proyectos, cuando se disponga de medidas en el emplazamiento, las pérdidas por estelas se deberán recalcular teniendo en cuenta el efecto de parque grande y efecto bloqueo del viento.

Los factores de corrección y pérdidas de producción esperadas se resumen en la siguiente tabla:

Concepto	Factor	Comentario
Disponibilidad de aerogenerador	0.970	Valor medio considerado en parques actuales.
Disponibilidad de parque	0.990	Objetivo a conseguir.
Incumplimiento de la curva de potencia	0.970	El fabricante debe aplicar las medidas necesarias para garantizar el cumplimiento de la curva potencia.
Suciedad y degradación de las palas	0.995	Estimación Barlovento.
Temperaturas altas	1	Estimación Barlovento.
Temperaturas bajas y heladas	1	Estimación Barlovento
Histéresis por vientos altos	-	No evaluado. Sin datos reales en el emplazamiento
Estrategia de paradas por sectores (WSM)	-	No evaluado. Fuera del alcance del estudio de producción.
Estrategia de paradas por ruido	-	No evaluado. Fuera del alcance del estudio de producción.
Pérdidas eléctricas	0.970	Objetivo a conseguir.
Regulación del sistema eléctrico	-	No evaluado. Fuera del alcance del estudio de producción.
Otras limitaciones de producción	-	No evaluadas. Fuera del alcance del estudio de producción.
TOTAL	**0.899**	**Obtenido multiplicando los factores anteriores**

Tabla 13. Factores de corrección y pérdidas de producción esperadas.

7.4.2.-Evaluación de producción energética

En la tabla siguiente se muestran los resultados del modelo de campo de viento (velocidad y producción) y los resultados finales de producción para la configuración analizada del proyecto.

Aero	X (m)	Y (m)	Velocidad del viento (m/s)	Producción bruta (MWh/año)	Pérdidas por estelas del parque eólico (%)	Producción bruta incluyendo estelas (MWh/año)
NAI-01	618426	4748870	9.15	23840	1.0	23597
NAI-02	619445	4749053	9.04	23730	0.9	23523
NAI-03	619844	4748962	8.74	22873	3.7	22041
NAI-04	620104	4749452	8.69	22744	1.4	22419
NAI-05	620554	4749487	8.58	22360	1.9	21946
NAI-06	620946	4749270	8.26	21207	2.1	20768
NAI-07	621385	4749169	8.10	20730	1.9	20332
NAI-08	621830	4749298	7.91	19843	6.0	18647
NAI-09	622058	4749682	7.83	19341	9.3	17535
NAI-10	622128	4750118	8.56	22211	2.2	21720
TOTAL			**8.48**	**218879**	**2.9**	**212527**

Tabla 14. Resultados de la producción energética de los aerogeneradores del P.E. Navarra 1.

Los resultados de producción estimada para la propuesta del parque pueden verse a continuación:

Parque eólico	P.E. Navarra 1
Nº de aerogeneradores	10
Altura de buje (m)	127.5
Diámetro del rotor (m)	145
Potencia unitaria (MW)	4.8
Potencia total (MW)	48
Área del parque (m^2)	165130
Producción bruta teórica (MWh/año)	218879
Pérdida por estelas (%)	2.9
Pérdidas técnicas y operacionales (%)	10.1
Producción Neta (MWh/año)	191068
Densidad de producción (kWh/m^2)	1157
Horas equivalentes (en subestación)	3981

Tabla 15. Resultados energéticos del proyecto Navarra 1.

8. CONCLUSIONES

En el presente informe se presentan los resultados de la evaluación preliminar de potencial eólico para el P.E. Navarra 1, ubicado en la Comunidad Foral de Navarra. El emplazamiento se encuentra ubicado a unos 13 km al noreste de la ciudad de Pamplona en Navarra.

Dado que en el emplazamiento no se tienen datos de viento, para la evaluación se ha contado con un mástil virtual representativo del largo plazo, VORTEX-MAST. Dicho mástil tiene una resolución espacial de 100 m y los resultados se consideran representativos de largo plazo (ver apartado 3.1-).

Los resultados finales de producción se han calculado para la configuración definida del proyecto:

- 10 aerogeneradores con un diámetro de 145 m, altura de buje de 127.5 m y una potencia nominal de 4.8 MW.

La metodología utilizada para la evaluación de recursos eólicos en el parque se basa en la modelización del campo de vientos en dos fases. En la primera fase, se obtiene un mástil virtual MAST con resolución 100 m y representativo del largo plazo. Este resultado sirve como entrada para la siguiente fase, en la que mediante el modelo WAsP se obtienen los resultados de velocidad y producción en cada posición de parque.

La densidad estimada del emplazamiento en el P.E. Navarra 1 es 1.11 kg/m3 con altitud media (859 m) + altura de buje (127.5 m).

Para los cálculos energéticos se ha considerado la curva de potencia del aerogenerador a la densidad del emplazamiento.

La velocidad media del emplazamiento a la altura de buje (127.5 m) es de 8.5 m/s.

Las pérdidas por estelas suponen un 2.9% del total de la energía producida por el parque. Cuando se disponga de medidas en el emplazamiento, las pérdidas por estelas se deberán recalcular teniendo en cuenta el efecto de parque grande y efecto bloqueo del viento.

La tabla siguiente muestra un resumen de los resultados energéticos del P.E. Navarra 1 una vez aplicadas las pérdidas consideradas:

Parque eólico	**P.E. Navarra 1**
Nº de aerogeneradores	10
Altura de buje (m)	127.5
Diámetro del rotor (m)	145
Potencia unitaria (MW)	4.8
Potencia total (MW)	48
Área del parque (m^2)	165130
Producción bruta teórica (MWh/año)	218879
Pérdida por estelas (%)	2.9
Pérdidas técnicas y operacionales (%)	10.1
Producción Neta (MWh/año)	191068
Densidad de producción (kWh/m^2)	1157
Horas equivalentes (en subestación)	3981

Tabla 16. Resultados energéticos del proyecto Navarra 1.

DOCUMENTO 02. PLANOS

ÍNDICE

342100401-3103-010_SITUACION
342100401-3103-030_ORTOFOTO
342100401-3103-020_EMPLAZAMIENTO
342100401-3103-040_PLANTA GENERAL
342100401-3103-050_CATASTRO
342100401-3103-111_PLANTAS 5000
342100401-3103-112_PERFILES LONGITUDINALES
342100401-3103-114_SECCIONES TIPO CAMINOS
342100401-3103-115_SECCIONES TIPO PLATAFORMAS
342100401-3103-401_DISTRIBUCION CIRCUITOS
342100401-3103-402_ESQUEMA UNIFILAR
342100401-3103-411_PLANTA ZANJAS
342100401-3103-414_SECCIONES TIPO ZANJAS
342100401-3103-425_EVACUACIÓN
342100401-3103-461_ALZADO
342100401-3103-530_PAT AERO

PARQUE EÓLICO NAVARRA 1

ZANJA EVACUACIÓN

SUBESTACION 30/66kV
PPEE NAVARRA 1 Y 2

TORRE DE MEDICIÓN
NAVARRA 1

V01 V02 V03 V04 V05 V06 V07

NAV1_01 NAV1_02 NAV1_03 NAV1_04 NAV1_05 NAV1_06 NAV1_07 NAV1_08 NAV1_09 NAV1_10

POLIGONAL PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)

VERTICE	COOR. X	COOR. Y
V01	623.000	4.749.000
V02	623.000	4.748.000
V03	618.000	4.748.000
V04	617.000	4.749.000
V05	618.000	4.750.000
V06	620.000	4.751.000
V07	623.000	4.751.000

PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)

AERO	MODELO	COOR. X	COOR. Y
NAV1_01	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	618.426	4.748.870
NAV1_02	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.445	4.749.053
NAV1_03	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.844	4.748.962
NAV1_04	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.104	4.749.452
NAV1_05	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.554	4.749.487
NAV1_06	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.946	4.749.270
NAV1_07	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.385	4.749.169
NAV1_08	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.830	4.749.298
NAV1_09	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.058	4.749.682
NAV1_10	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.128	4.750.118

Comunidad Autónoma: COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA
Provincia: NAVARRA
T.M.: ESTERIBAR

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

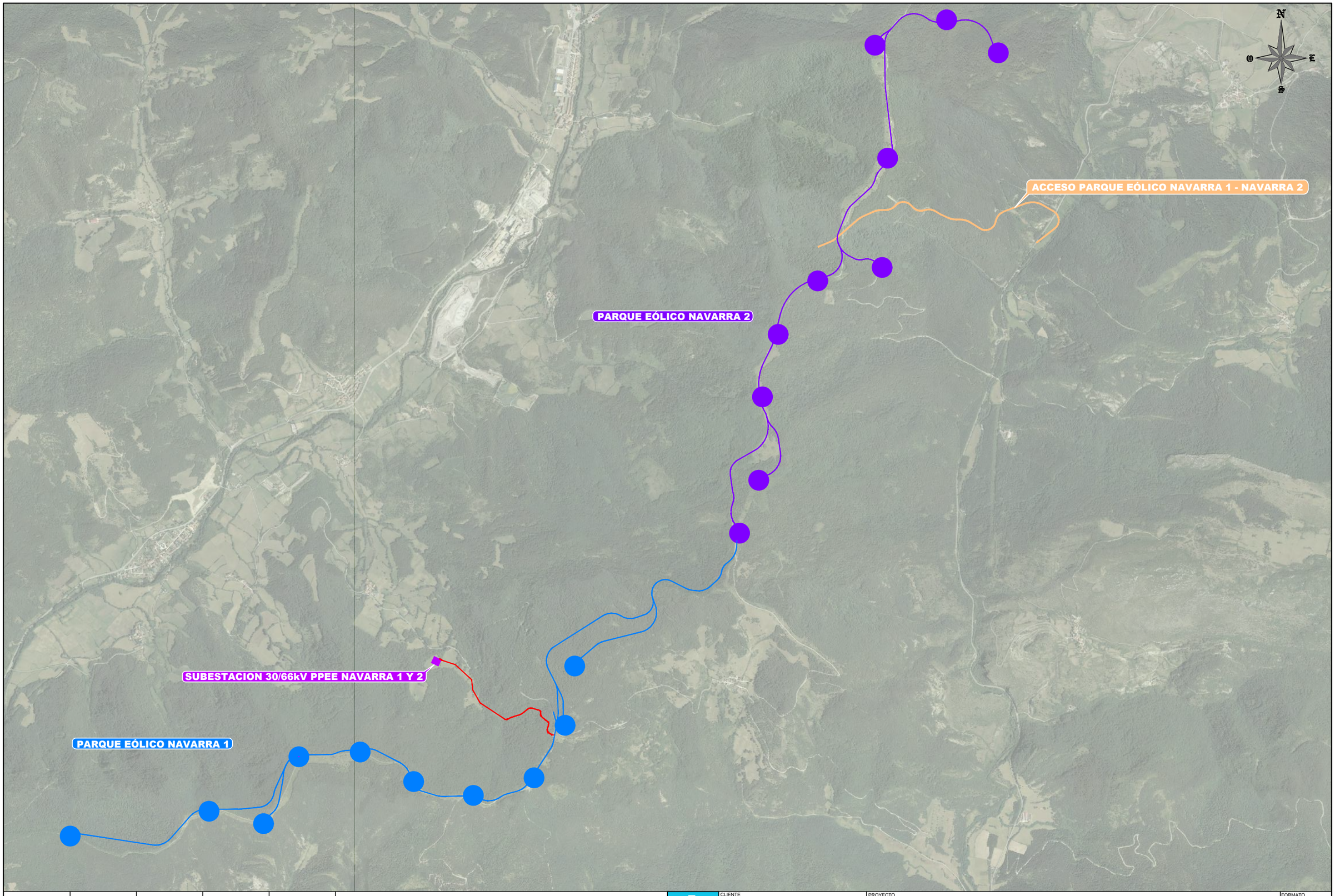
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SITUACIÓN

ESCALA: 1/50.000

PLANO Nº: 342100401-3103-010

REVISIÓN: A



A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE

sacyr CONCESIONES

PROYECTO

ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO A3

AUTOR

inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO

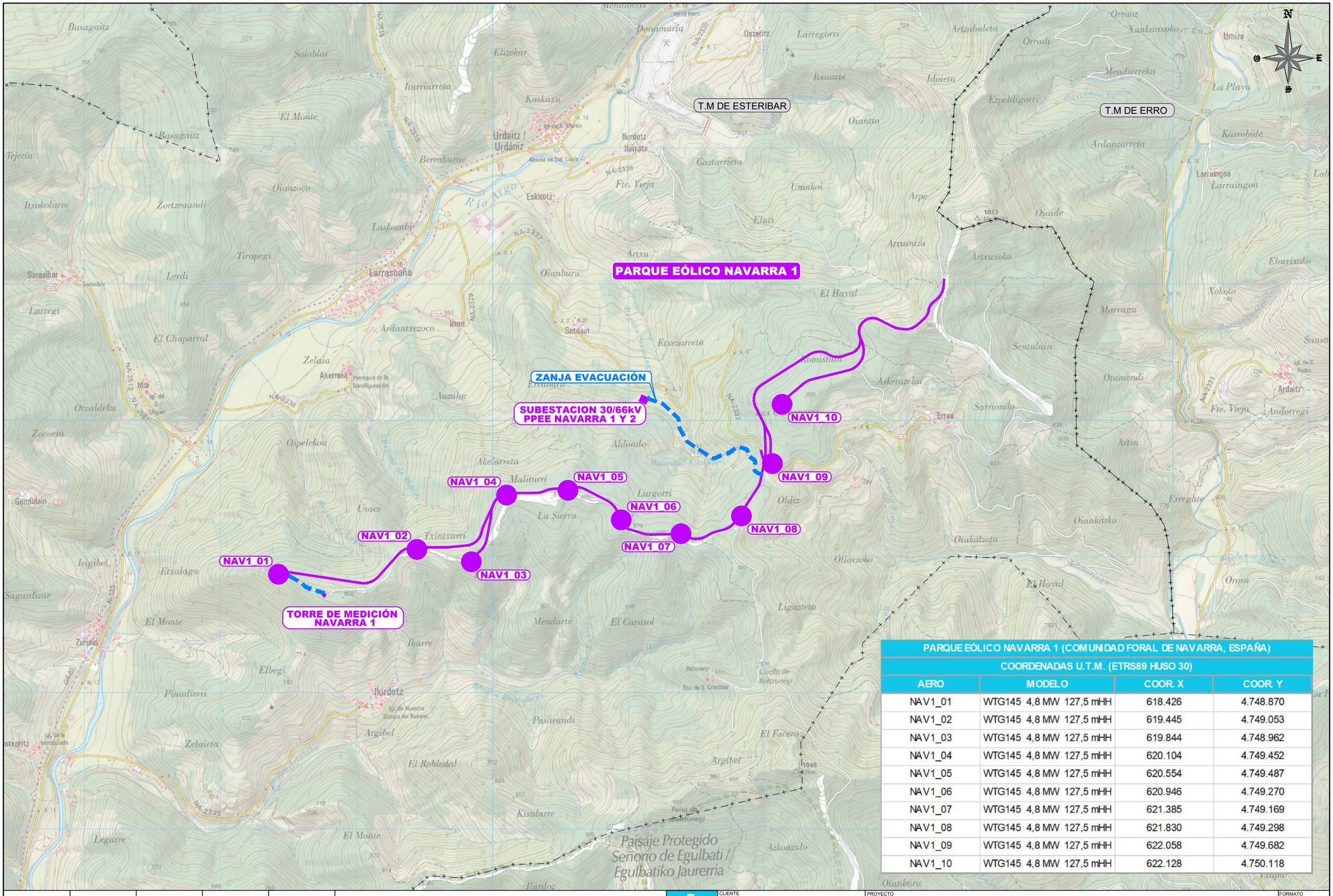
ORTOFOTO

ESCALA 1/25.000

PLANO Nº

342100401-3103-030

REVISIÓN A



PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)			
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)			
AERO	MODELO	COOR. X	COOR. Y
NAV1_01	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	618.426	4.748.870
NAV1_02	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.445	4.749.053
NAV1_03	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.844	4.748.962
NAV1_04	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.104	4.749.452
NAV1_05	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.554	4.749.487
NAV1_06	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.946	4.749.270
NAV1_07	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.385	4.749.169
NAV1_08	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.830	4.749.298
NAV1_09	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.058	4.749.682
NAV1_10	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.128	4.750.118

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

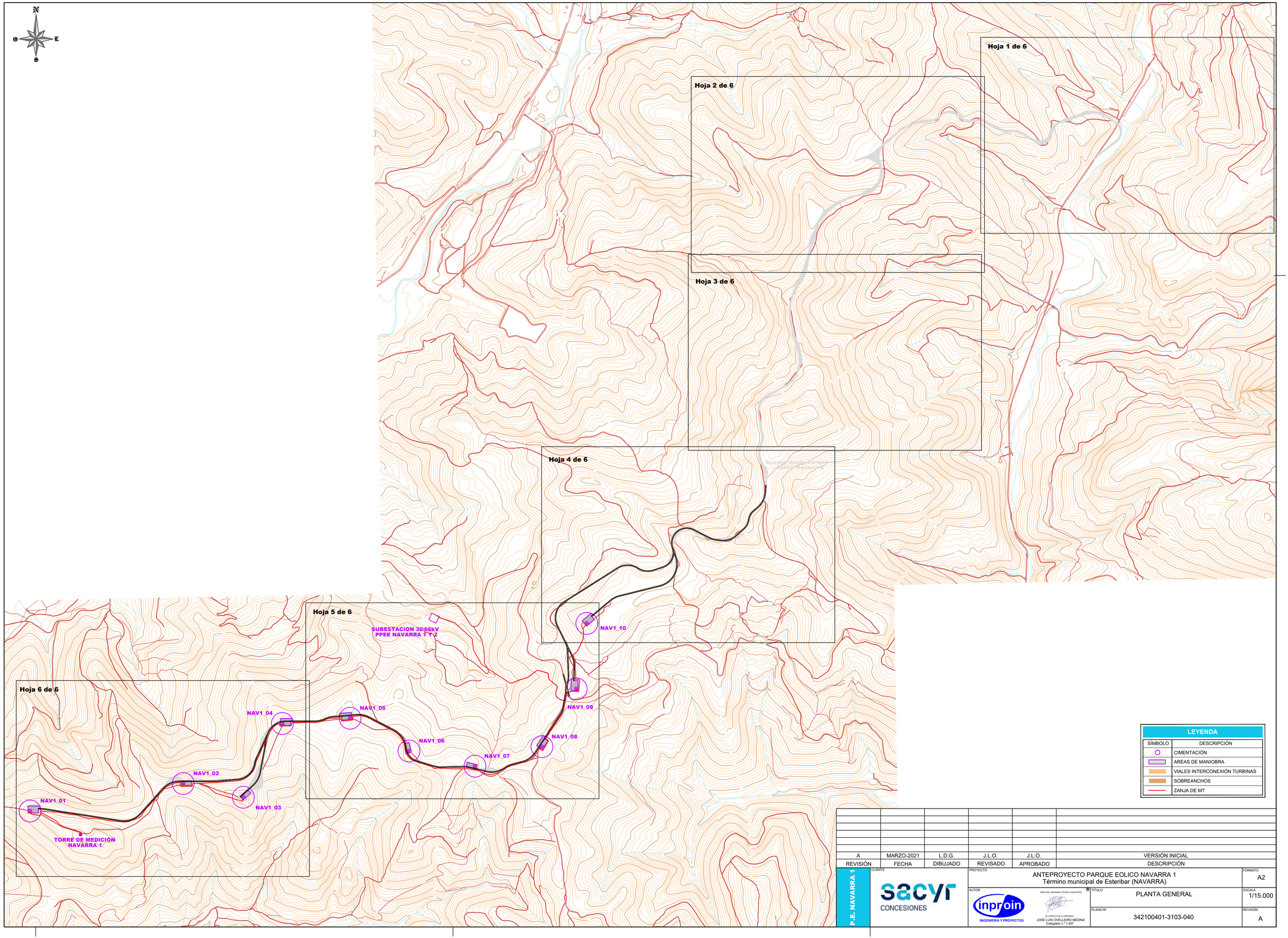
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
EL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: EMPLAZAMIENTO

ESCALA: 1/25.000

PLANO Nº: 342100401-3103-020

REVISIÓN: A



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	AREAS DE MANIOBRA
	VIALES INTERCONEXIÓN TURBINAS
	SOBREANCHOS
	ZANJA DE MT

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A2

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado nº 1.937

TÍTULO: PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/15.000

PLANO Nº: 342100401-3103-040

REVISIÓN: A

POLIGONO 15 T.M. ESTERIBAR

N
W E
S

POLIGONO 17 T.M. ESTERIBAR

POLIGONO 18 T.M. ESTERIBAR

422

423

452

451

POLIGONO 15 T.M. ESTERIBAR

454

POLIGONO 14 T.M. ESTERIBAR

20

453

9

20

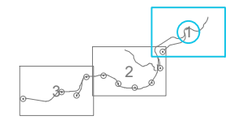
NAV1_10

20

6

21

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	AREAS DE MANIOBRA
	VIALES INTERCONEXIÓN TURBINAS
	ZANJA DE MT

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

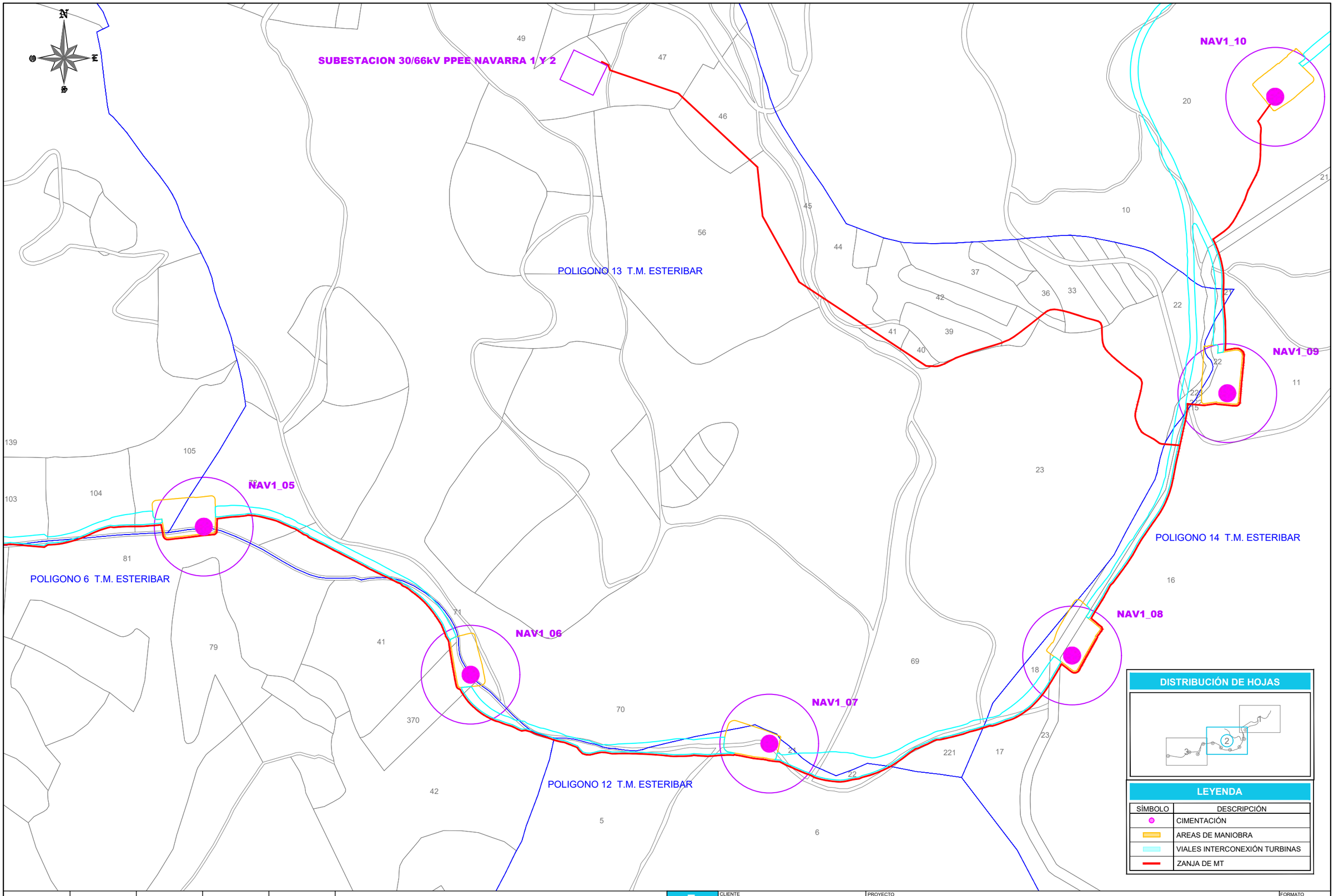
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS GENERAL DE CATASTRO
Hoja 1 de 3

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-050

REVISIÓN: A



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

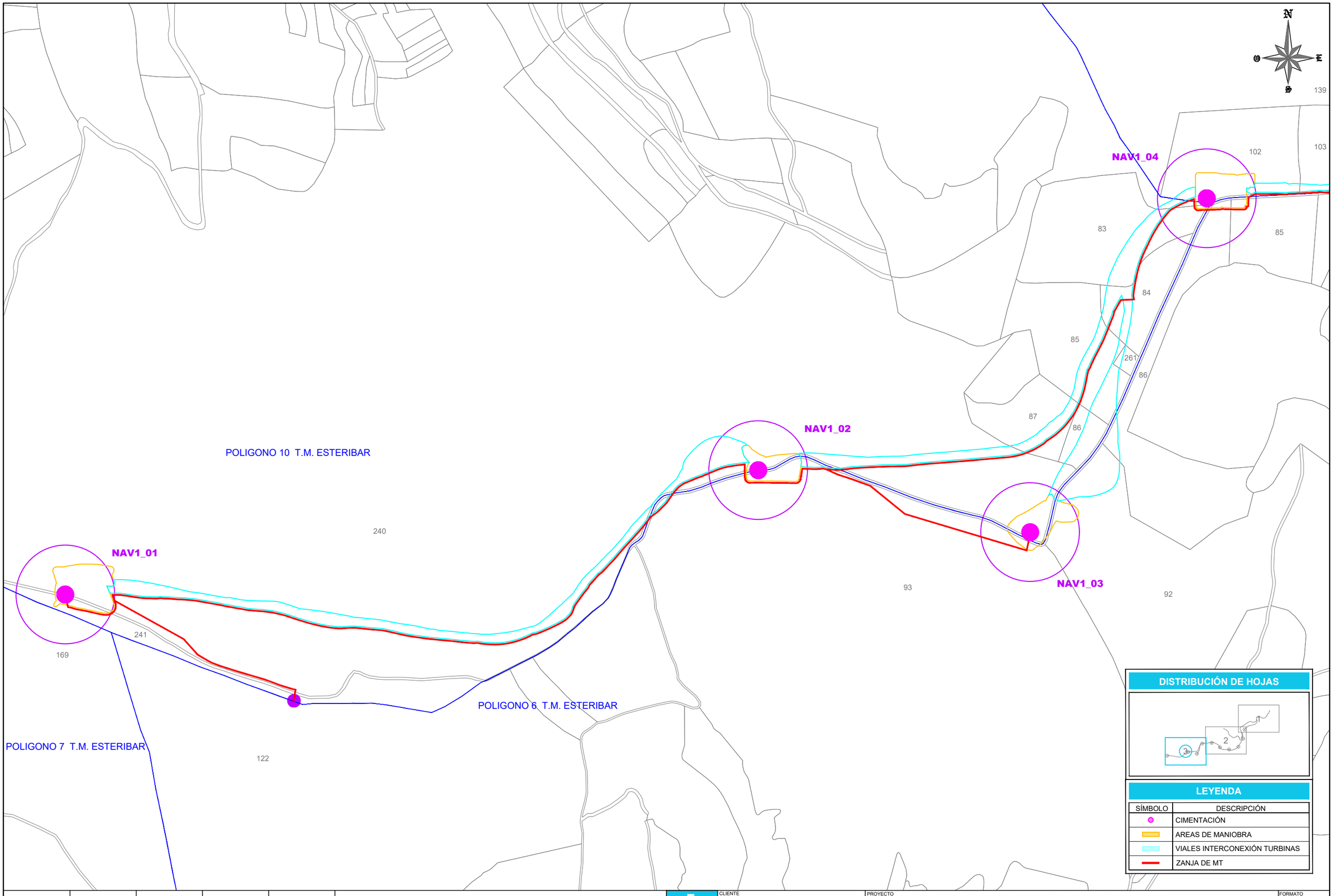
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS GENERAL DE CATASTRO
Hoja 2 de 3

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-050

REVISIÓN: A



A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

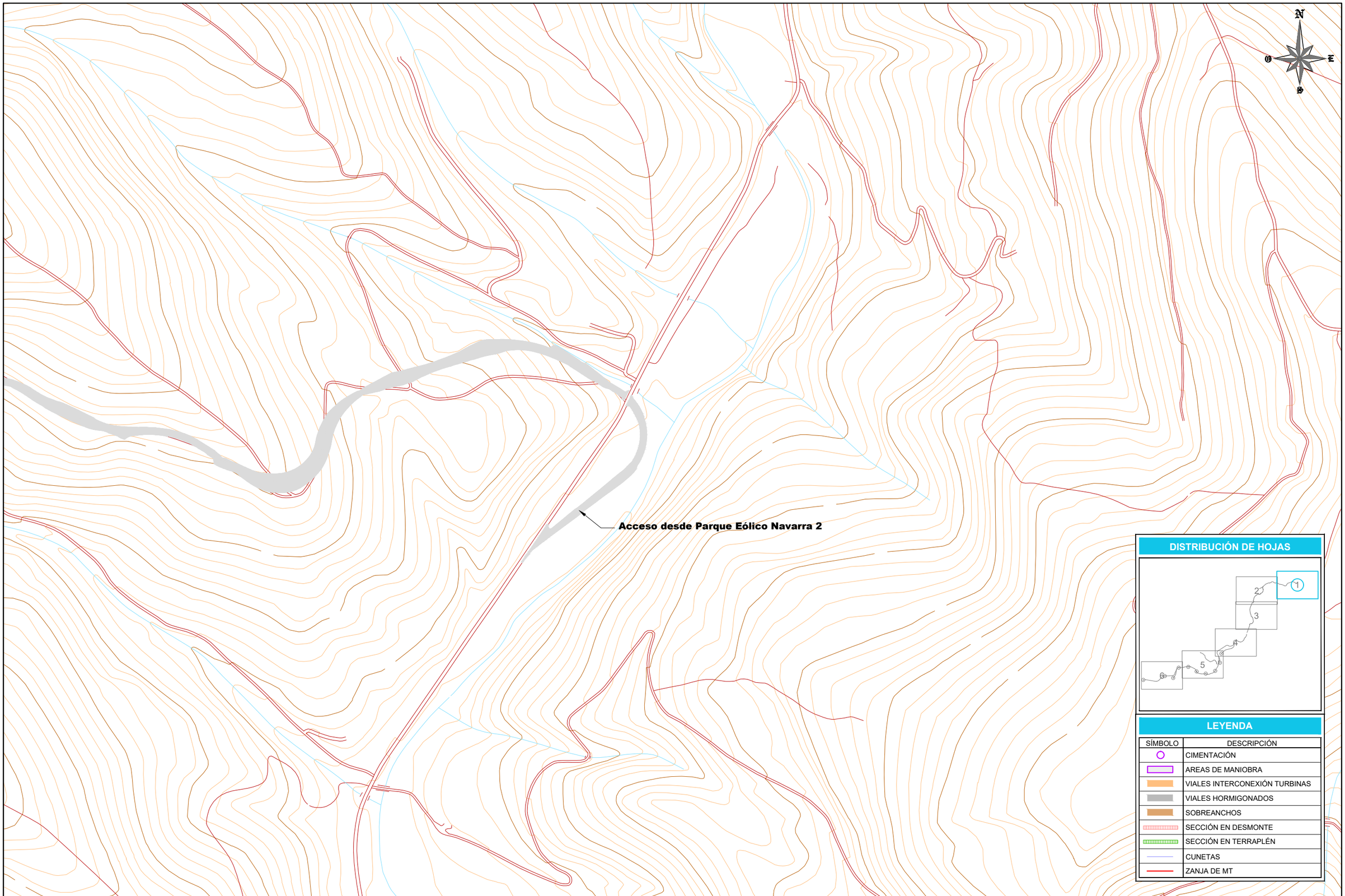
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS GENERAL DE CATASTRO
Hoja 3 de 3

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-050

REVISIÓN: A



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	AREAS DE MANIOBRA
	VIALES INTERCONEXIÓN TURBINAS
	VIALES HORMIGONADOS
	SOBREANCHOS
	SECCIÓN EN DESMONTE
	SECCIÓN EN TERRAPLÉN
	CUNETAS
	ZANJA DE MT

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

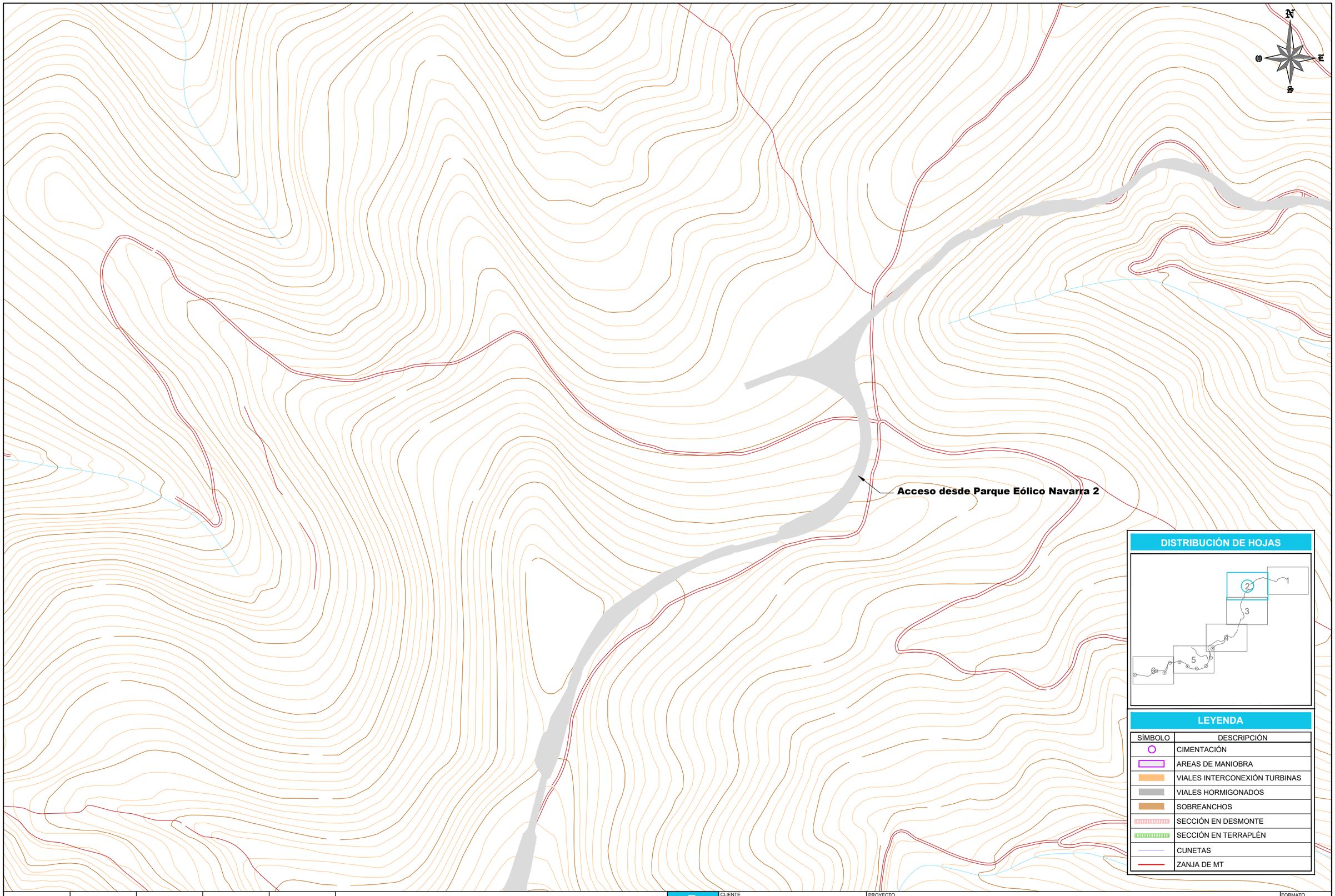
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS DE DETALLE
Hoja 1 de 6

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-111

REVISIÓN: A



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	AREAS DE MANIOBRA
	VIALES INTERCONEXIÓN TURBINAS
	VIALES HORMIGONADOS
	SOBREANCHOS
	SECCIÓN EN DESMONTE
	SECCIÓN EN TERRAPLÉN
	CUNETAS
	ZANJA DE MT

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

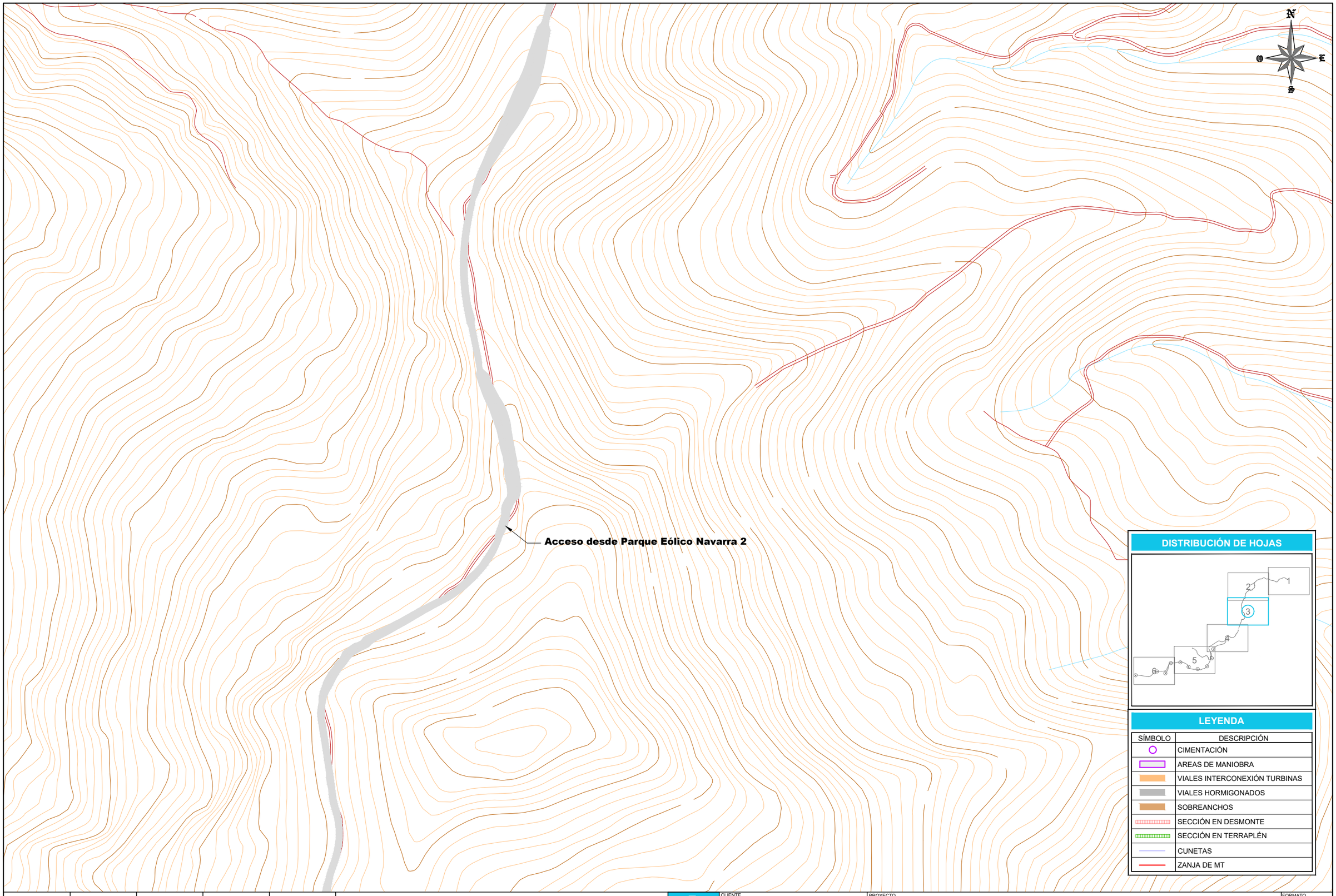
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS DE DETALLE
Hoja 2 de 6

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-111

REVISIÓN: A



DISTRIBUCIÓN DE HOJAS

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	AREAS DE MANIOBRA
	VIALES INTERCONEXIÓN TURBINAS
	VIALES HORMIGONADOS
	SOBREANCHOS
	SECCIÓN EN DESMONTE
	SECCIÓN EN TERRAPLÉN
	CUNETAS
	ZANJA DE MT

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

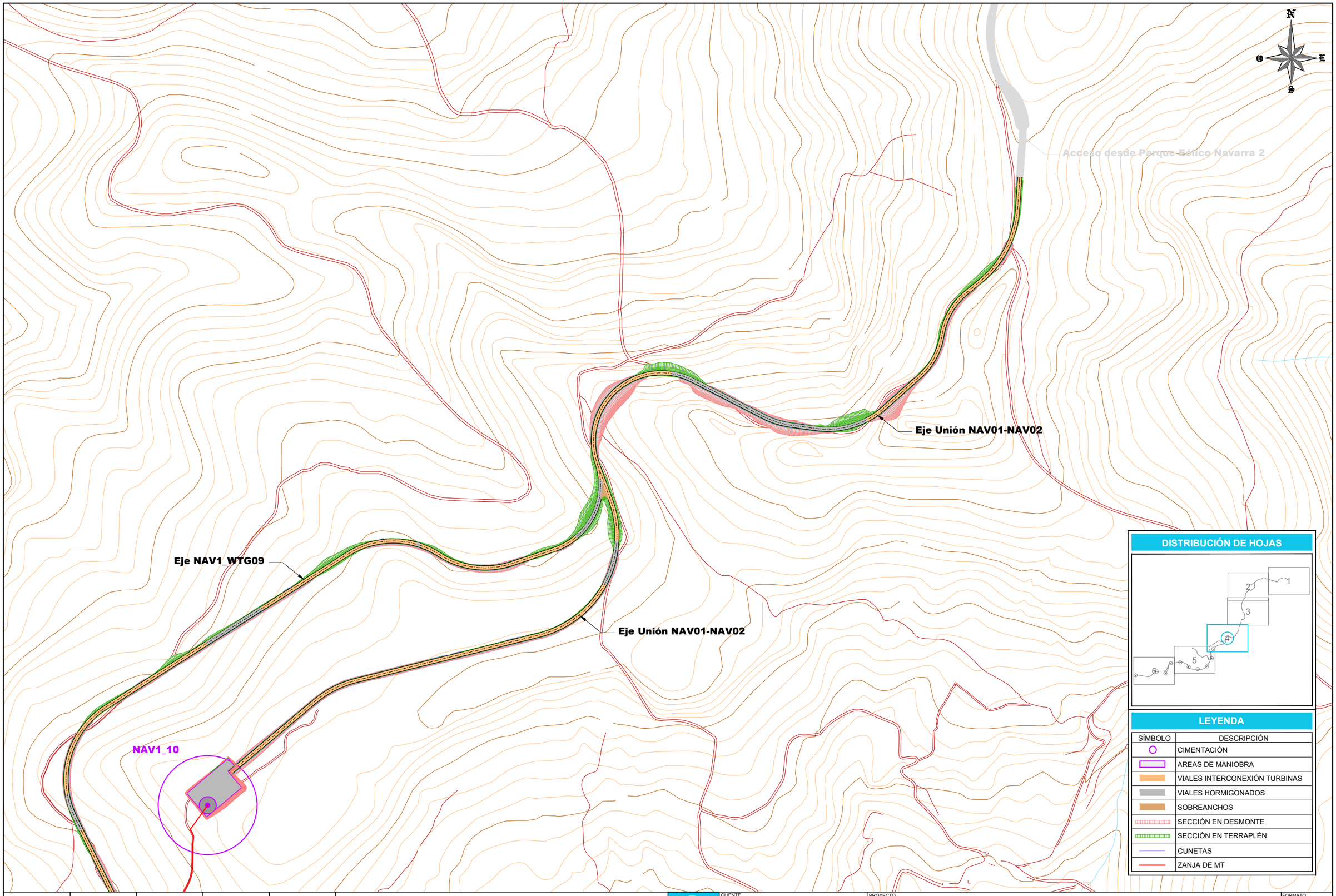
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS DE DETALLE
Hoja 3 de 6

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-111

REVISIÓN: A



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

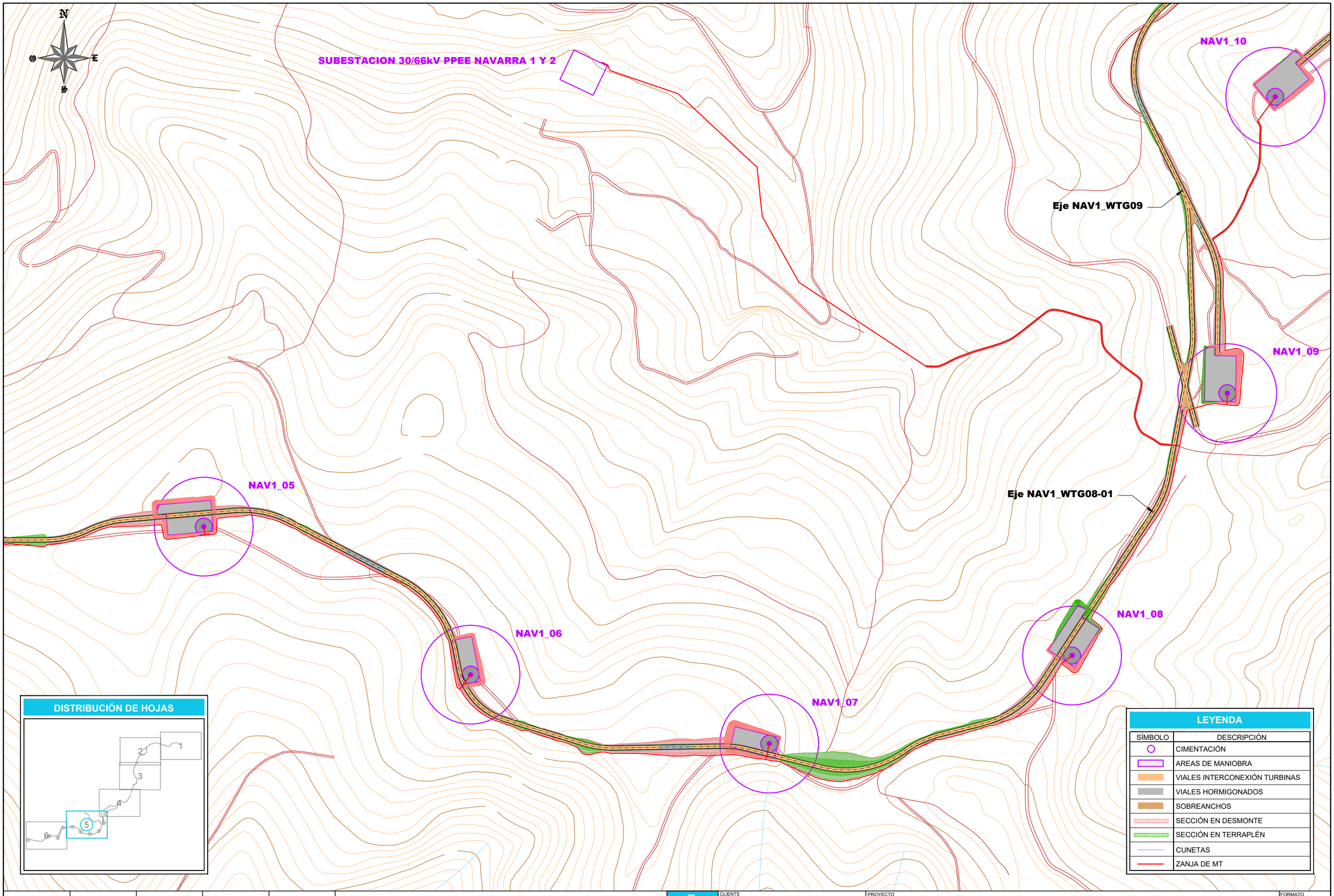
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS DE DETALLE
Hoja 4 de 6

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-111

REVISIÓN: A



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS DE DETALLE
Hoja 5 de 6

ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-111

REVISIÓN: A

N
O
E
S

NAV1_04

Eje NAV1_WTG08-01

NAV1_02

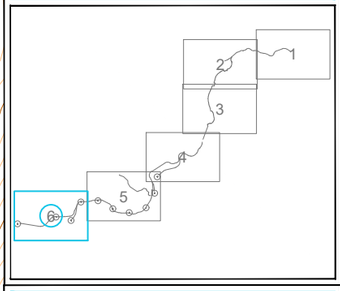
Eje NAV1_WTG03

NAV1_01

NAV1_03

TORRE DE MEDICIÓN NAVARRA 1

DISTRIBUCIÓN DE HOJAS



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	AREAS DE MANIOBRA
	VIALES INTERCONEXIÓN TURBINAS
	VIALES HORMIGONADOS
	SOBREANCHOS
	SECCIÓN EN DESMONTE
	SECCIÓN EN TERRAPLÉN
	CUNETAS
	ZANJA DE MT

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

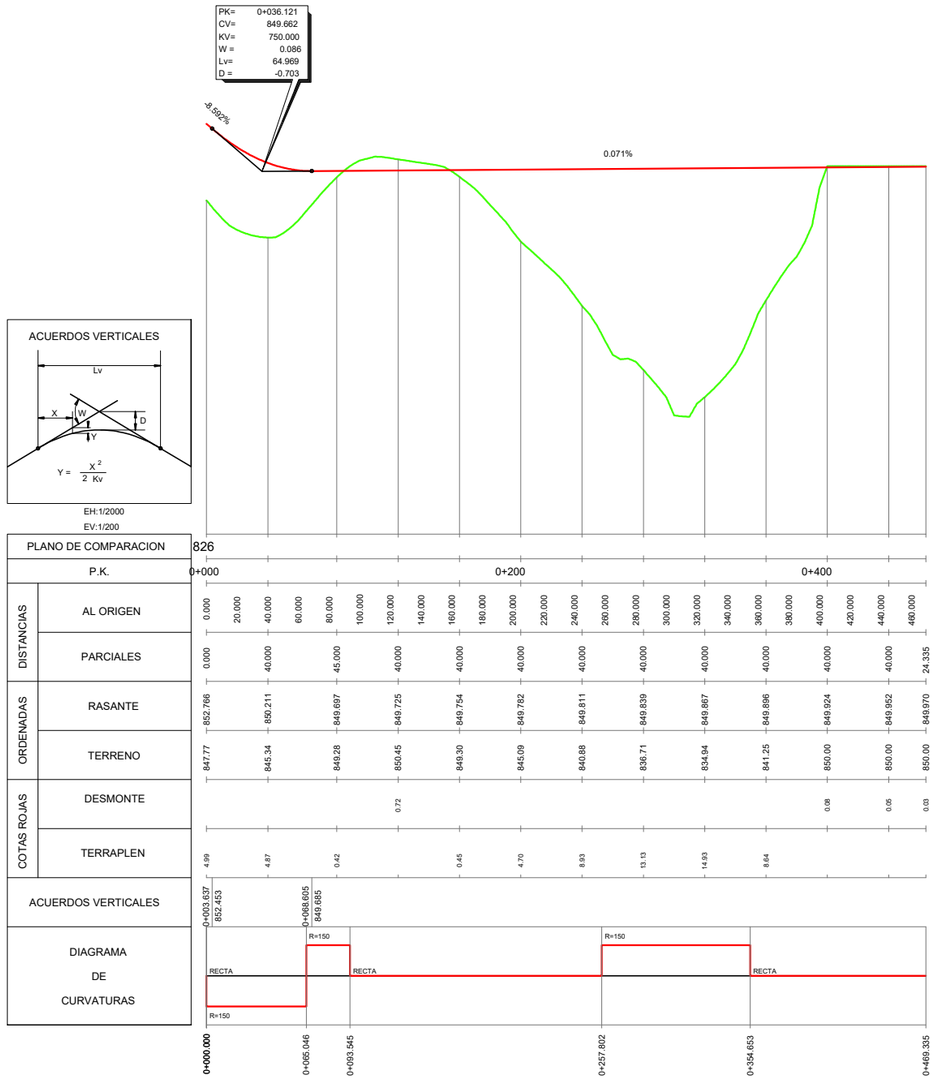
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PLANTAS DE DETALLE
Hoja 6 de 6

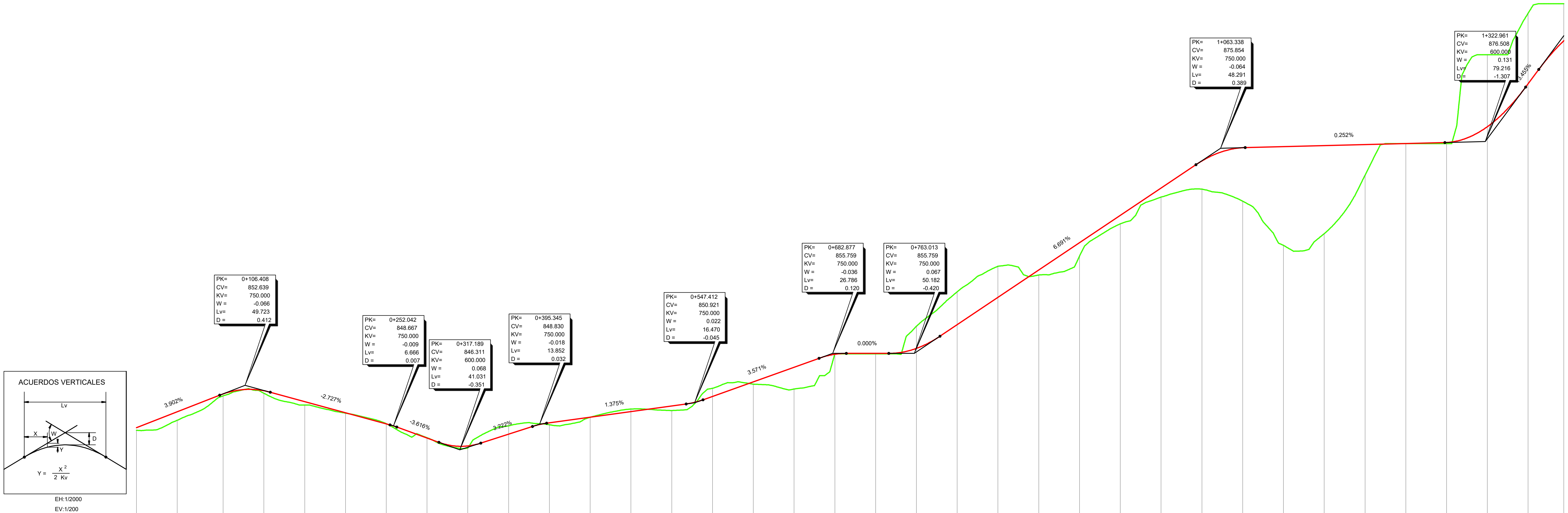
ESCALA: 1/5.000

PLANO Nº: 342100401-3103-111

REVISIÓN: A



						P.E. NAVARRA 1	CLIENTE: sacyr CONCESIONES	PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1 Término municipal de Esteribar (NAVARRA)	FORMATO: A3
							AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES Eje NAV1_WTG03. Hoja 1 de 1	ESCALA: H: 1/2.000 V: 1/200
								PLANO Nº: 342100401-3103-112.01	REVISIÓN: A
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL				
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				



EH:1/2000
EV:1/200

PLANO DE COMPARACION: 840

P.K.: 0+000, 0+200, 0+400, 0+600, 0+800, 1+000, 1+200, 1+400

DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	ORDENADAS RASANTE	ORDENADAS TERRENO	COTAS ROJAS DESMONTE	COTAS ROJAS TERRAPLEN
0.000	0.000	848.486	848.23		0.26
20.000					
40.000	40.000	850.047	849.21		0.84
60.000					
80.000	45.000	851.795	851.61		0.19
100.000					
120.000	40.000	852.105	851.85		0.25
140.000					
160.000	40.000	851.041	850.70		0.34
180.000					
200.000	40.000	849.950	849.91		0.04
220.000					
240.000	40.000	848.859	848.88	0.02	
260.000					
280.000	40.000	847.475	847.51	0.03	
300.000					
320.000	40.000	846.697	846.48		0.22
340.000					
360.000	40.000	847.852	848.66	0.81	
380.000					
400.000	40.000	848.962	848.77		0.19
420.000					
440.000	40.000	849.512	849.51		0.01
460.000					
480.000	40.000	850.063	850.31	0.25	
500.000					
520.000	40.000	850.613	850.16		0.45
540.000					
560.000	40.000	851.549	852.34	0.79	
580.000					
600.000	40.000	852.978	852.74		0.23
620.000					
640.000	40.000	854.406	852.27		2.14
660.000					
680.000	40.000	855.675	855.72	0.05	
700.000					
720.000	40.000	855.759	855.72		0.04
740.000					
760.000	40.000	856.248	858.42	2.17	
780.000					
800.000	40.000	858.569	861.80	3.23	
820.000					
840.000	40.000	861.245	864.30	3.05	
860.000					
880.000	40.000	863.921	863.44		0.48
900.000					
920.000	40.000	866.598	865.30		1.30
940.000					
960.000	40.000	869.274	868.45		0.82
980.000					
1000.000	40.000	871.950	871.06		0.89
1020.000					
1040.000	40.000	874.604	871.85		2.75
1060.000					
1080.000	40.000	875.904	870.66		5.24
1100.000					
1120.000	40.000	876.009	866.34		9.66
1140.000					
1160.000	40.000	876.110	867.48		8.63
1180.000					
1200.000	40.000	876.211	873.21		3.00
1220.000					
1240.000	40.000	876.312	876.30		0.01
1260.000					
1280.000	40.000	876.415	876.30		0.11
1300.000					
1320.000	40.000	877.959	885.01	7.05	
1340.000					
1360.000	40.000	882.165	889.07	6.91	
1380.000					
1400.000	35.000	886.370	890.01	3.64	

ACUERDOS VERTICALES

P.K.	Cota
0+081.547	851.668
0+131.270	851.961
0+248.709	
0+255.375	848.546
0+296.673	847.053
0+337.705	846.972
0+388.419	848.606
0+402.272	848.925
0+539.177	850.808
0+555.647	851.215
0+669.484	855.281
0+696.269	855.759
0+737.922	855.759
0+788.103	857.438
1+039.193	874.238
1+087.484	875.915
1+283.353	876.408
1+362.569	881.837
1+375.420	883.567

DIAGRAMA DE CURVATURAS

Desde	Hasta	Tipo
0+000.000	0+063.259	R=150
0+063.259	0+223.703	RECTA
0+223.703	0+257.002	R=150
0+257.002	0+437.161	RECTA
0+437.161	0+496.293	R=150
0+496.293	0+791.470	RECTA
0+791.470	0+902.314	R=150
0+902.314	0+968.890	RECTA
0+968.890	1+024.742	R=150
1+024.742	1+154.037	R=150
1+154.037	1+266.654	RECTA
1+266.654	1+304.914	R=150
1+304.914		RECTA

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

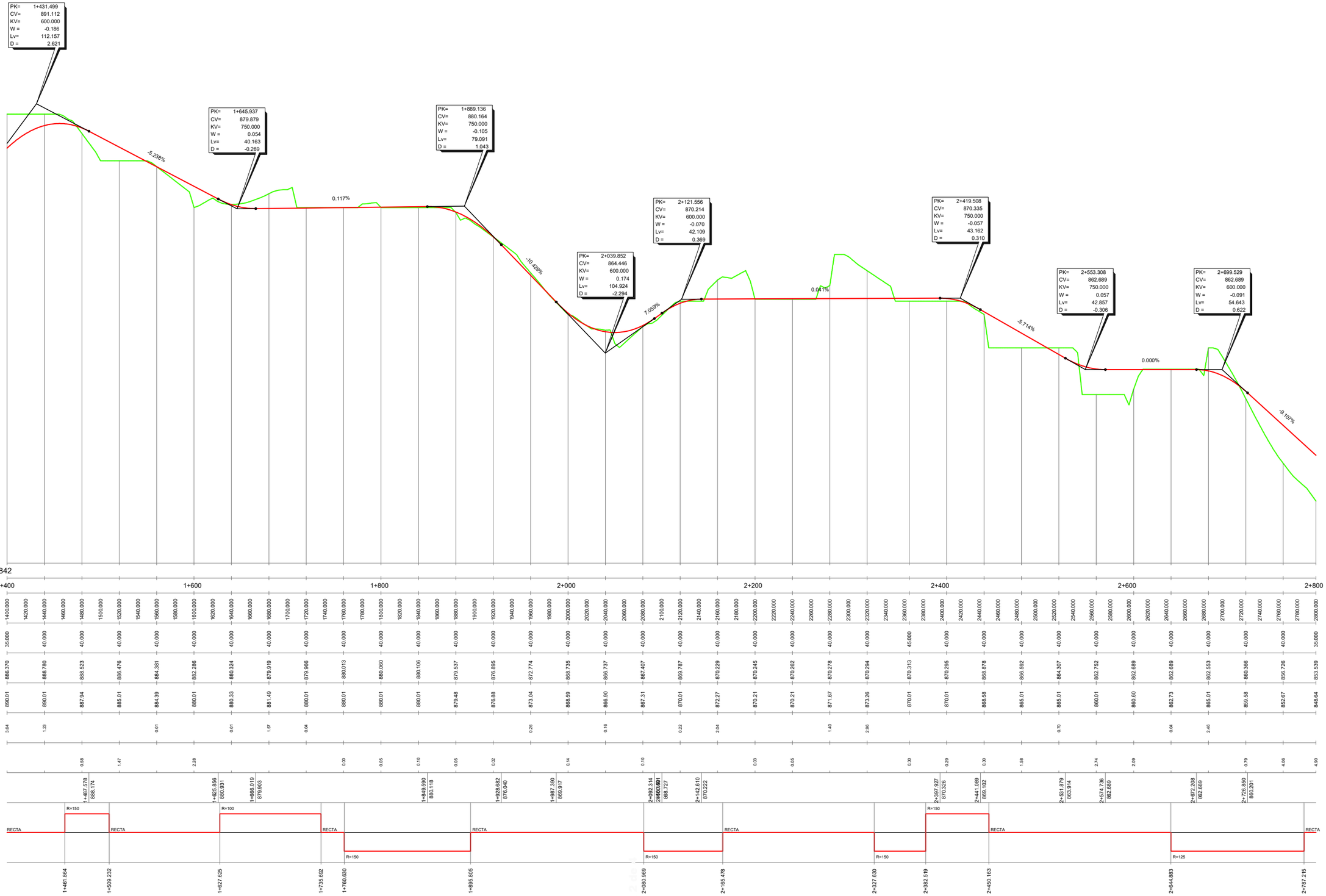
TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES
Eje NAV1_WTG08-01. Hoja 1 de 4

PLANO Nº: 342100401-3103-112.02

FORMATO: A3

ESCALA: H: 1/2.000 V: 1/200

REVISIÓN: A



A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

V1_WTG08-01. Ho

CLIENTE

sacyr CONCESIONES

PROYECTO

ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO A3

AUTOR

inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

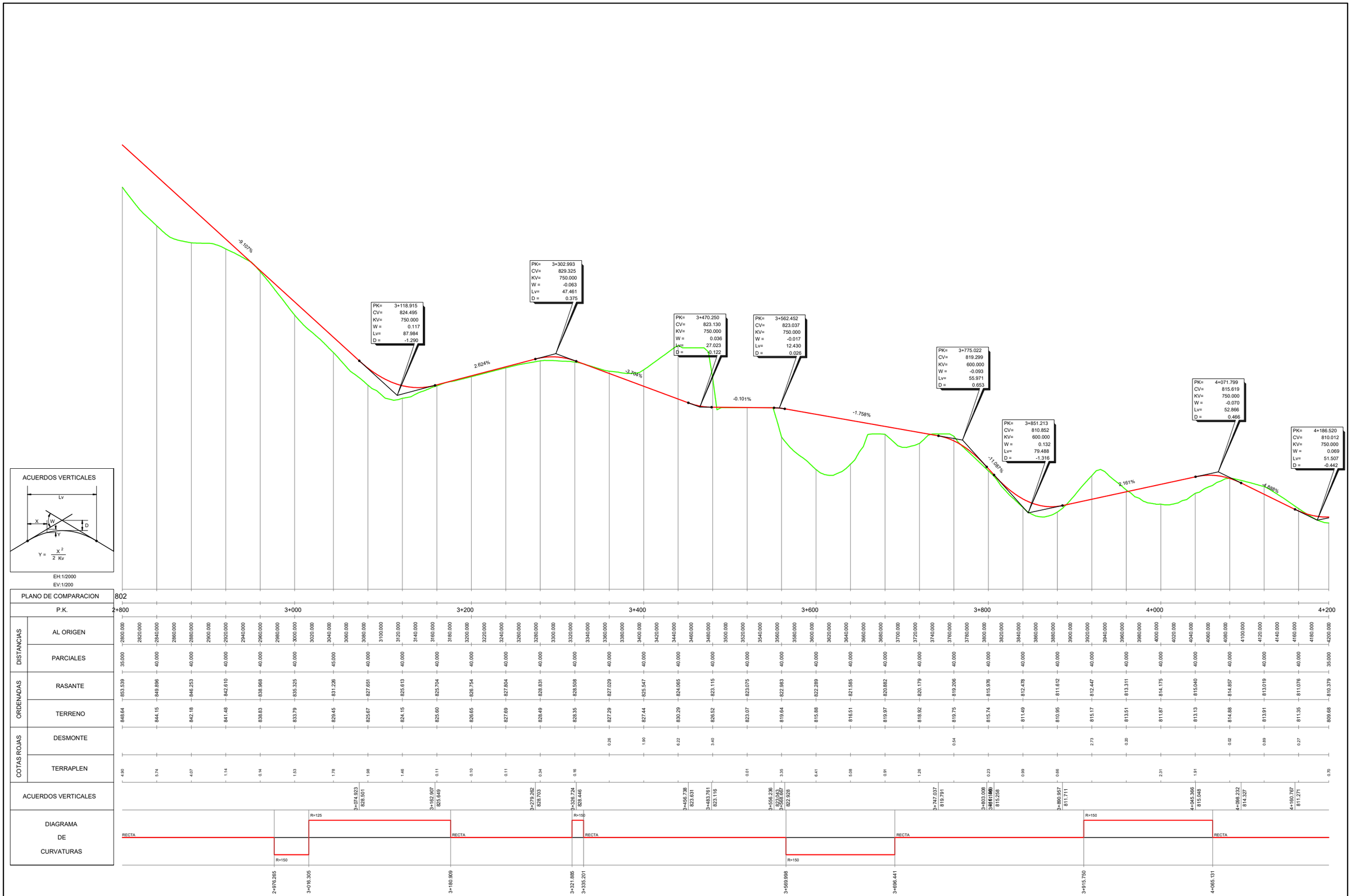
TÍTULO

PERFILES LONGITUDINALES
Eje NAV2_WTG05-01. Hoja 1 de 2

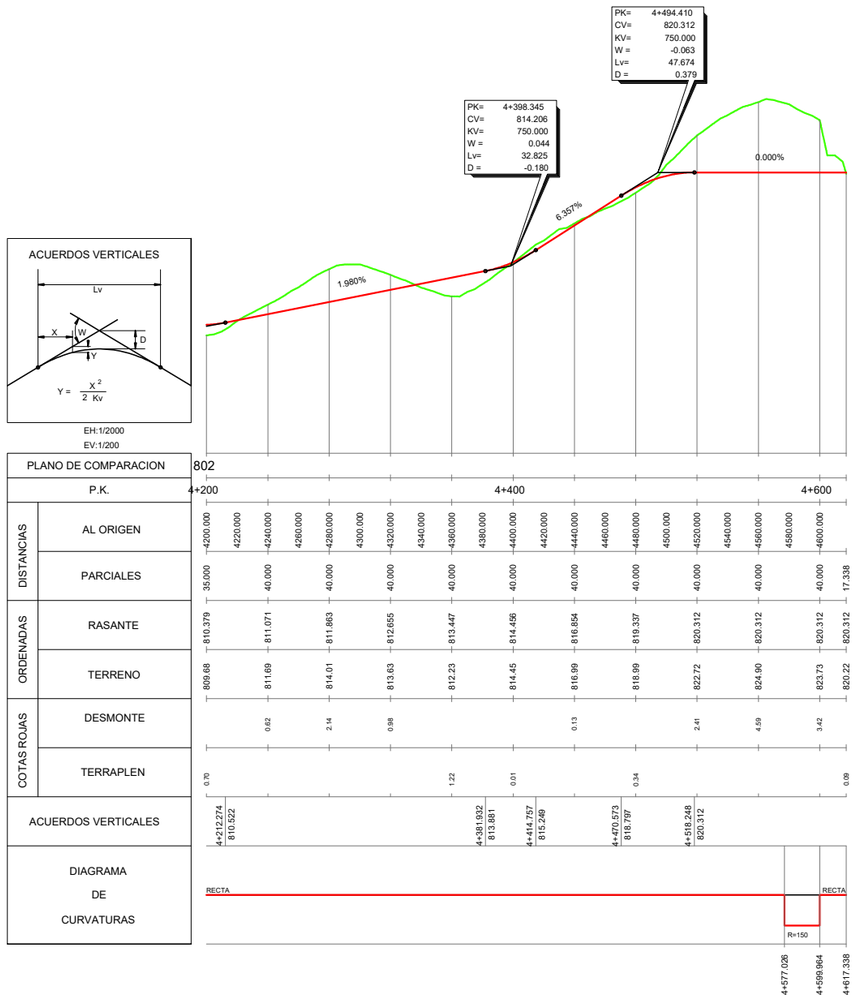
ESCALA H: 1/2.000 V: 1/200

PLANO Nº 342100401-3103-112.03

REVISIÓN A



						P.E. NAVARRA 1	CLIENTE: sacyr CONCESIONES
							PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1 Término municipal de Esteribar (NAVARRA)
							AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937
							TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES Eje NAV1_WTG08-01. Hoja 3 de 4
							PLANO Nº: 342100401-3103-112.04
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL		FORMATO: A3 ESCALA: H: 1/2.000 V: 1/200 REVISIÓN: A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN		



EH:1/2000
EV:1/200

A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

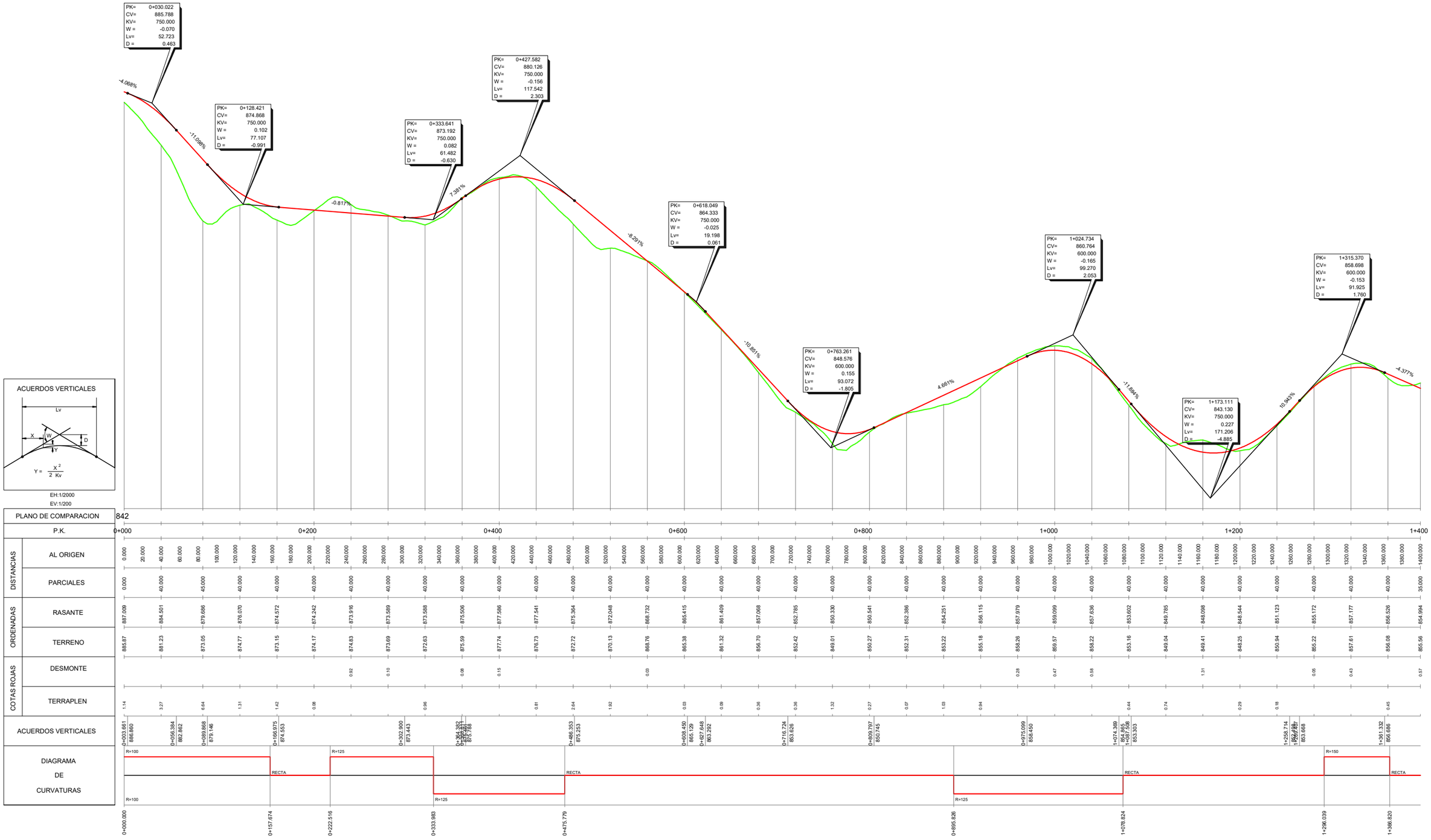
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES
Eje NAV1_WTG08-01. Hoja 4 de 4

ESCALA: H: 1/2.000
V: 1/200

PLANO Nº: 342100401-3103-112.05

REVISIÓN: A



						P.E. NAVARRA 1	CLIENTE: sacyr CONCESIONES
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL		
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN		

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

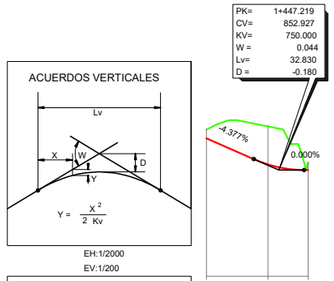
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES
Eje NAV1_WTG09. Hoja 1 de 2

ESCALA: H: 1/2.000
V: 1/200

PLANO Nº: 342100401-3103-112.06

REVISIÓN: A



EH:1/2000
EV:1/200

PLANO DE COMPARACION	846				
P.K.	1+400				
DISTANCIAS — AL ORIGEN	1400.000	1420.000	1440.000	1460.000	
DISTANCIAS — PARCIALES	35.000	40.000	26.240		
ORDENADAS — RASANTE	854.994	853.299	852.927		
ORDENADAS — TERRENO	855.56	855.78	853.42		
COTAS ROJAS — DESMONTE	0.57	2.48	0.49		
COTAS ROJAS — TERRAPLEN					
ACUERDOS VERTICALES		1+430.804 853.645	1+463.634 852.927		
DIAGRAMA DE CURVATURAS					1+486.240

A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

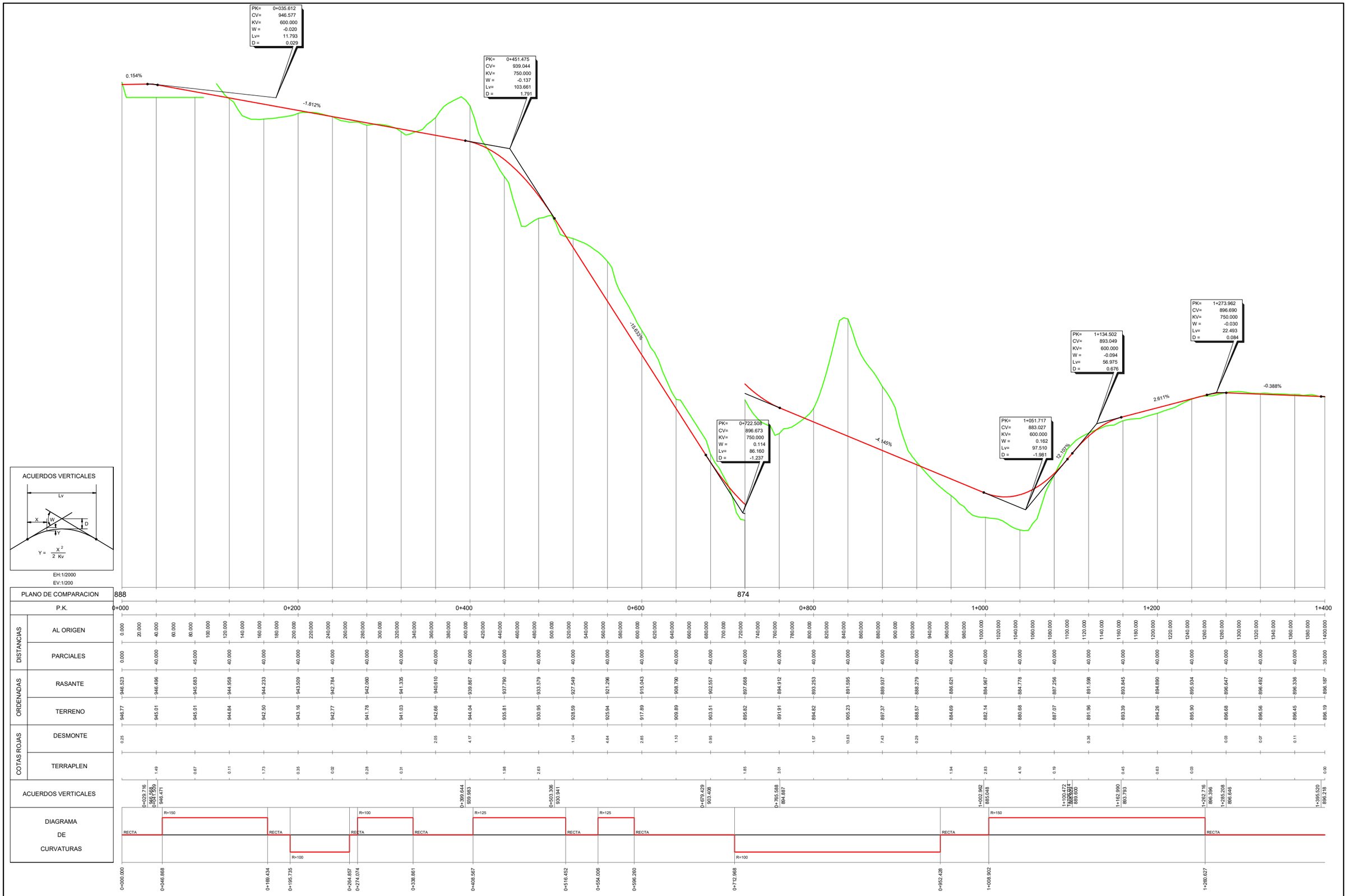
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES
Eje NAV1_WTG09. Hoja 2 de 2

ESCALA: H: 1/2.000
V: 1/200

PLANO Nº: 342100401-3103-112.07

REVISIÓN: A



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

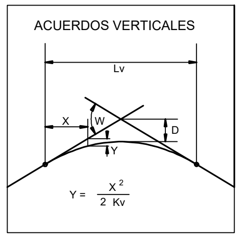
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

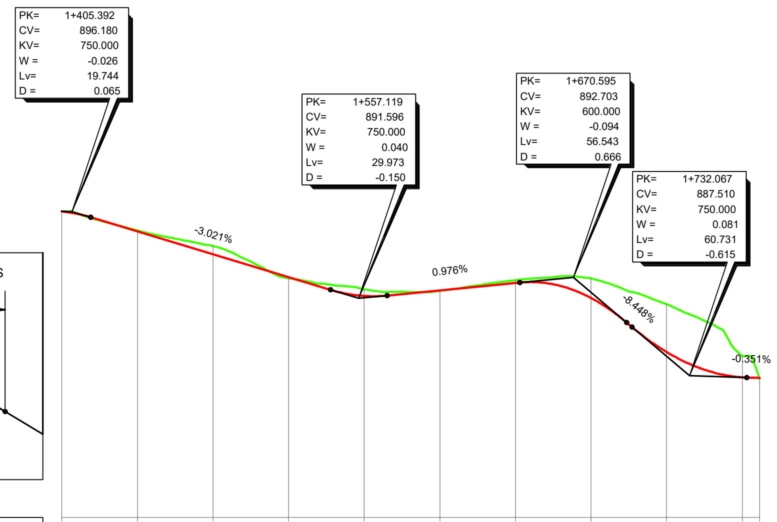
TÍTULO: PERFILES LONGITUDINALES
Eje Union NAV01-NAV02. Hoja 1 de 2

ESCALA: H: 1/2.000
V: 1/200

PLANO Nº: 342100401-3103-112.08

REVISIÓN: A





EH:1/2000
EV:1/200

PLANO DE COMPARACION 880

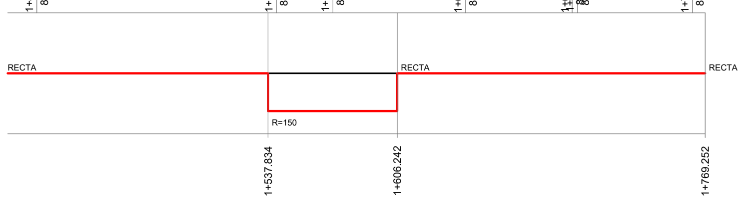
P.K. 1+400 … 1+600

DISTANCIAS AL ORIGEN	DISTANCIAS PARCIALES	ORDENADAS RASANTE	ORDENADAS TERRENO	COTAS ROJAS DESMONTE	COTAS ROJAS TERRAPLEN
1400.000	35.000	896.187	896.19		0.00
1420.000					
1440.000	40.000	895.134	895.18	0.05	
1460.000					
1480.000	40.000	893.926	894.37	0.44	
1500.000					
1520.000	40.000	892.717	892.66		0.06
1540.000					
1560.000	40.000	891.722	892.07	0.35	
1580.000					
1600.000	40.000	892.015	891.99		0.03
1620.000					
1640.000	40.000	892.405	892.55	0.15	
1660.000					
1680.000	40.000	891.612	892.65	1.04	
1700.000					
1720.000	40.000	888.753	891.29	2.54	
1740.000					
1760.000	40.000	887.416	888.53	1.11	
	9.252	887.379	887.33		0.05

ACUERDOS VERTICALES

1+415.263 895.881
1+542.133 892.049
1+572.106 891.742
1+642.323 892.427
1+698.966 890.315
1+701.702 890.075
1+762.433 887.403

DIAGRAMA DE CURVATURAS



REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE
sacyr CONCESIONES

PROYECTO
ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO A3

AUTOR
inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

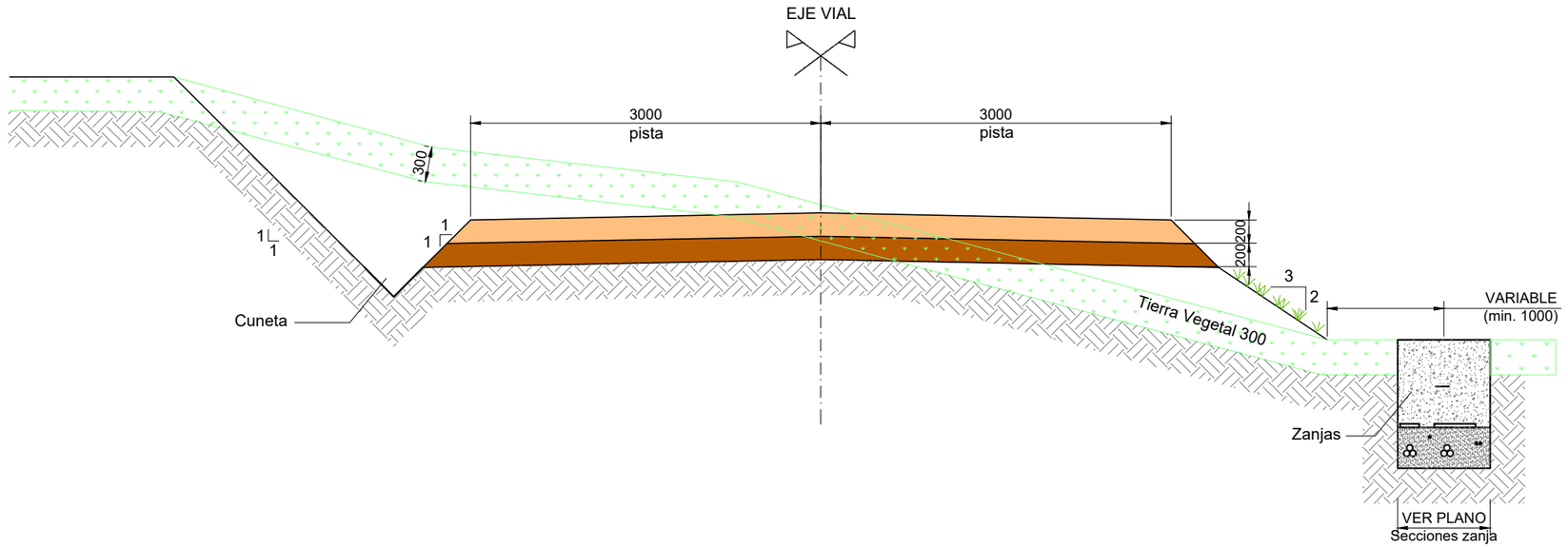
TÍTULO
PERFILES LONGITUDINALES
Eje Union NAV01-NAV02. Hoja 2 de 2

ESCALA H: 1/2.000 V: 1/200

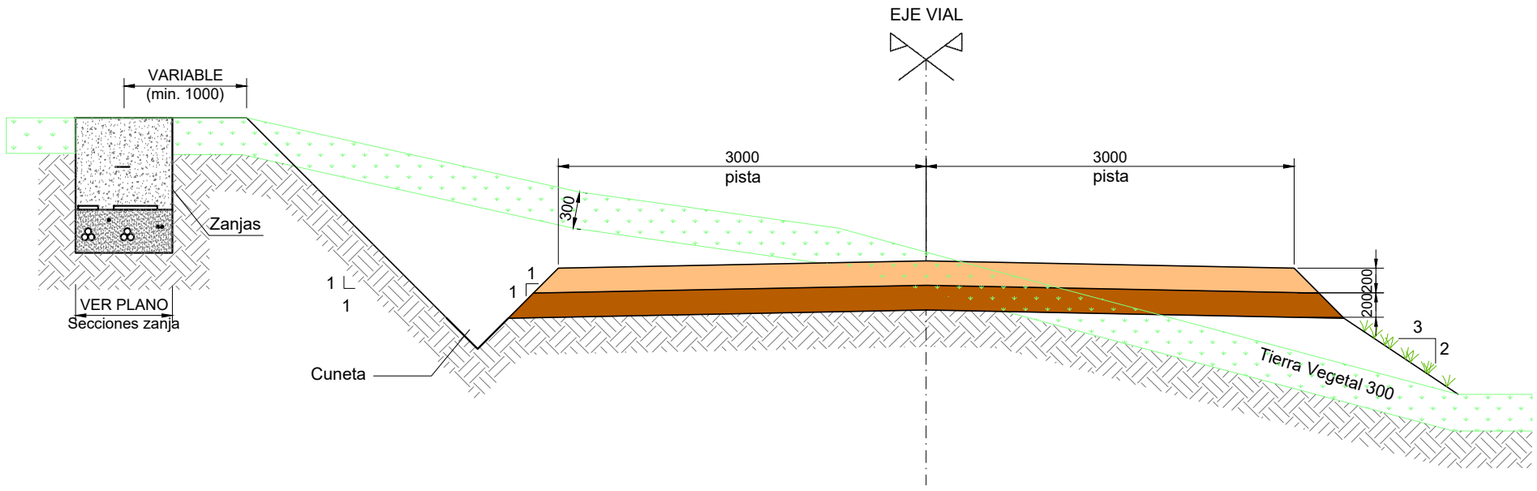
PLANO Nº 342100401-3103-112.09

REVISIÓN A

SECCION TIPO VIAL. DESMONTE Y TERRAPLÉN
ZANJA EN TERRAPLÉN



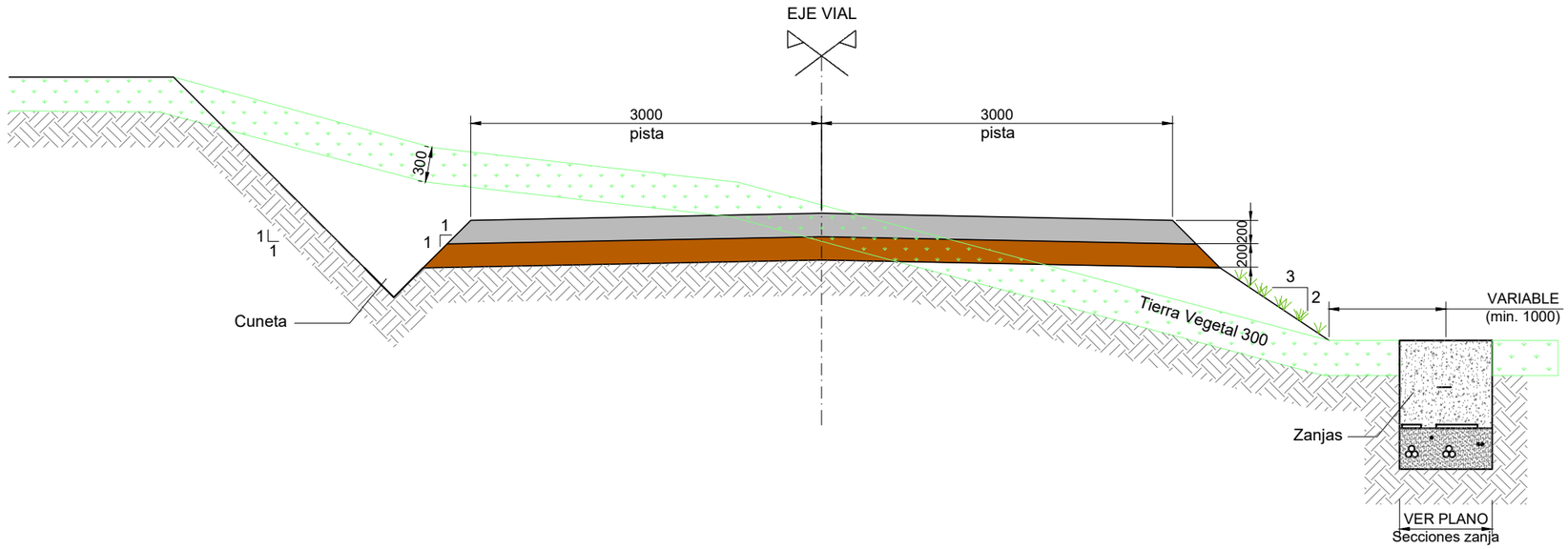
SECCION TIPO VIAL. DESMONTE Y TERRAPLÉN
ZANJA EN DESMONTE



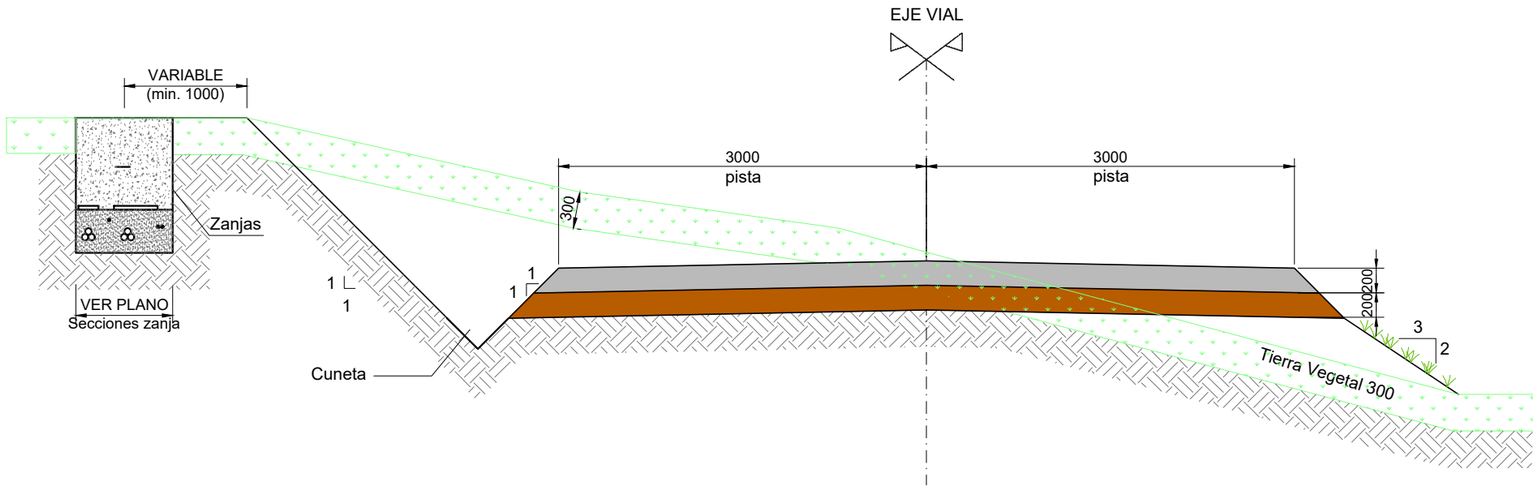
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BASE
	SUBBASE
	TERRAPLÉN
	DESMONTE
	TIERRA VEGETAL

						P.E. NAVARRA 1	CLIENTE: sacyr CONCESIONES	PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1 Término municipal de Esteribar (NAVARRA)	FORMATO: A3
								AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO: SECCIONES TIPO DE CAMINOS	ESCALA: 1/50
									PLANO Nº: 342100401-3103-114.01	REVISIÓN: A
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL				
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				

SECCION TIPO VIAL. DESMONTE Y TERRAPLÉN
ZANJA EN TERRAPLÉN



SECCION TIPO VIAL. DESMONTE Y TERRAPLÉN
ZANJA EN DESMONTE



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	BASE
	SUBBASE
	TERRAPLÉN
	DESMONTE
	TIERRA VEGETAL

A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

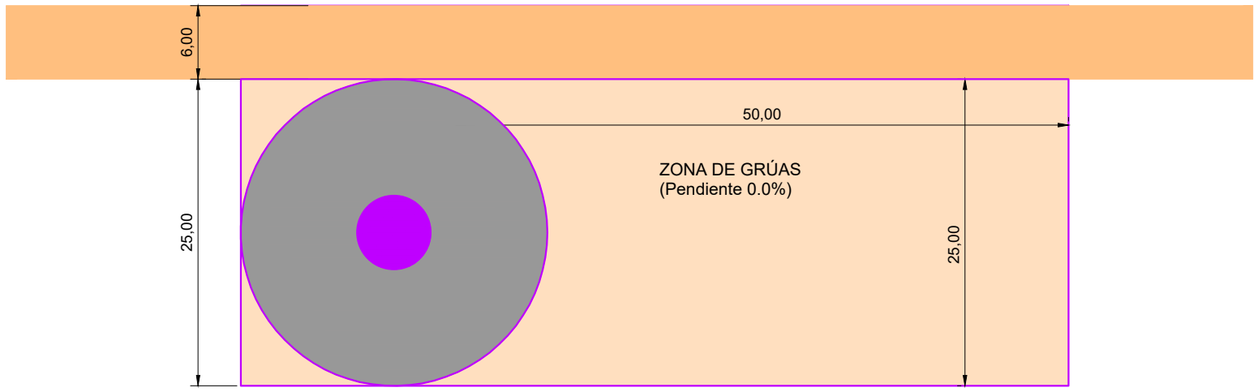
TÍTULO: SECCIONES TIPO DE CAMINOS
TRAMOS HORMIGONADOS

ESCALA: 1/50

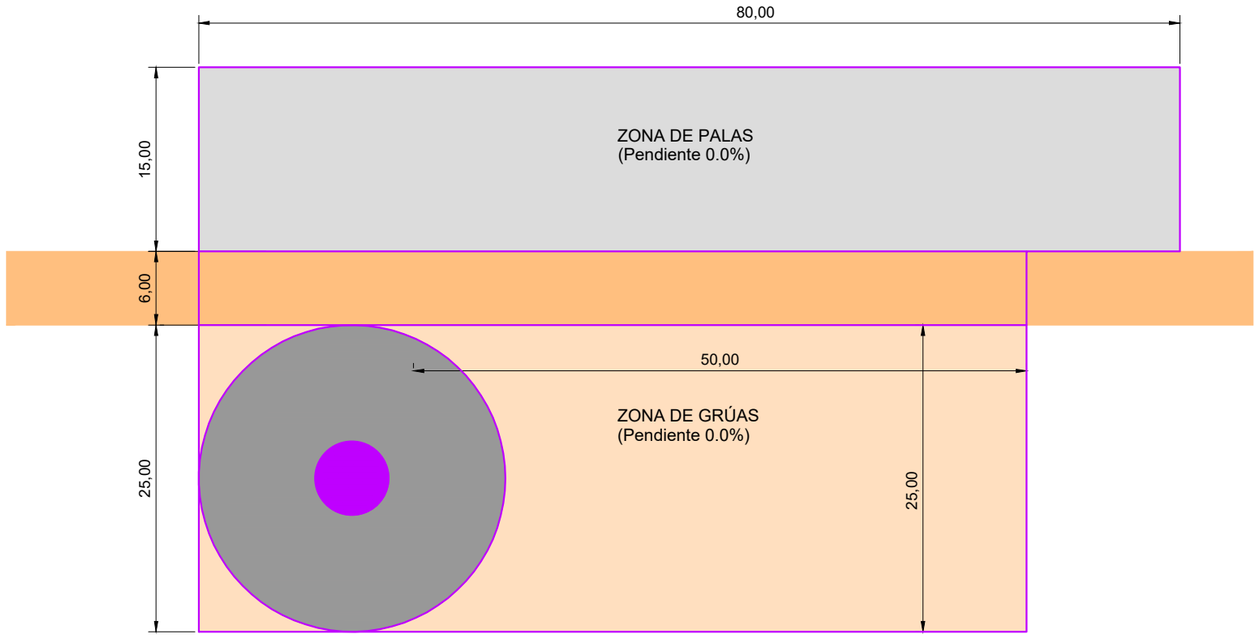
PLANO Nº: 342100401-3103-114.02

REVISIÓN: A

PLANTA PLATAFORMA DE MONTAJE



SUPERFICIE TOTAL PLATAFORMA
2092 M2



SUPERFICIE TOTAL PLATAFORMA
3367 M2

PARQUE EÓLICO NAVARRA 1 (COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA, ESPAÑA)			
COORDENADAS U.T.M. (ETRS89 HUSO 30)			
AERO	MODELO	COOR. X	COOR. Y
NAV1_01	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	618.426	4.748.870
NAV1_02	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.445	4.749.053
NAV1_03	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	619.844	4.748.962
NAV1_04	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.104	4.749.452
NAV1_05	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.554	4.749.487
NAV1_06	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	620.946	4.749.270
NAV1_07	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.385	4.749.169
NAV1_08	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	621.830	4.749.298
NAV1_09	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.058	4.749.682
NAV1_10	WTG145 4,8 MW 127,5 mHH	622.128	4.750.118

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

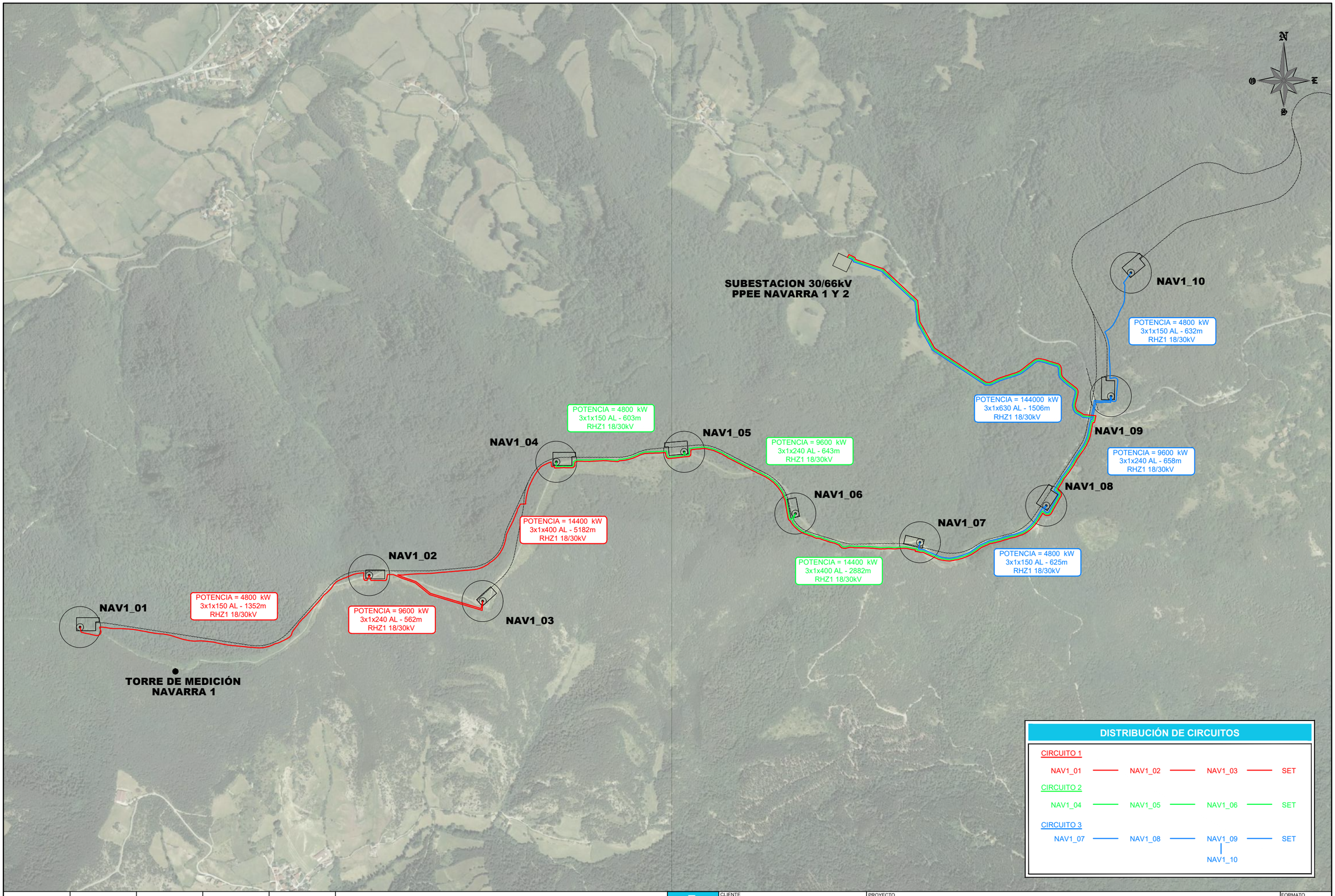
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SECCIONES TIPO PLATAFORMAS

ESCALA: S/E

PLANO Nº: 342100401-3103-115

REVISIÓN: A



DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS

CIRCUITO 1
NAV1_01 — NAV1_02 — NAV1_03 — SET

CIRCUITO 2
NAV1_04 — NAV1_05 — NAV1_06 — SET

CIRCUITO 3
NAV1_07 — NAV1_08 — NAV1_09 — SET
NAV1_10

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

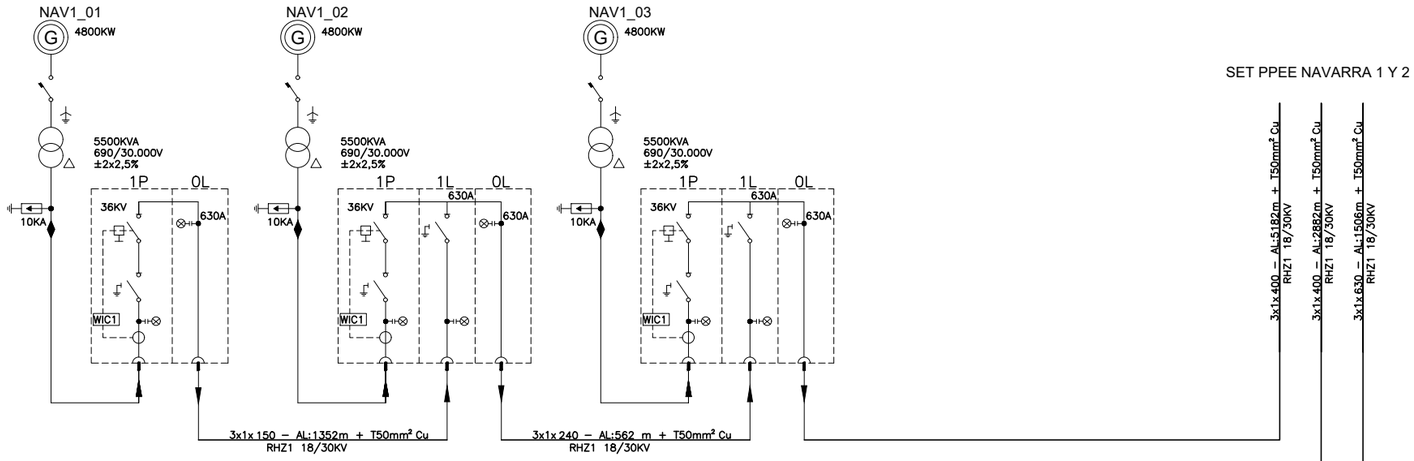
TÍTULO: DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS

ESCALA: S/E

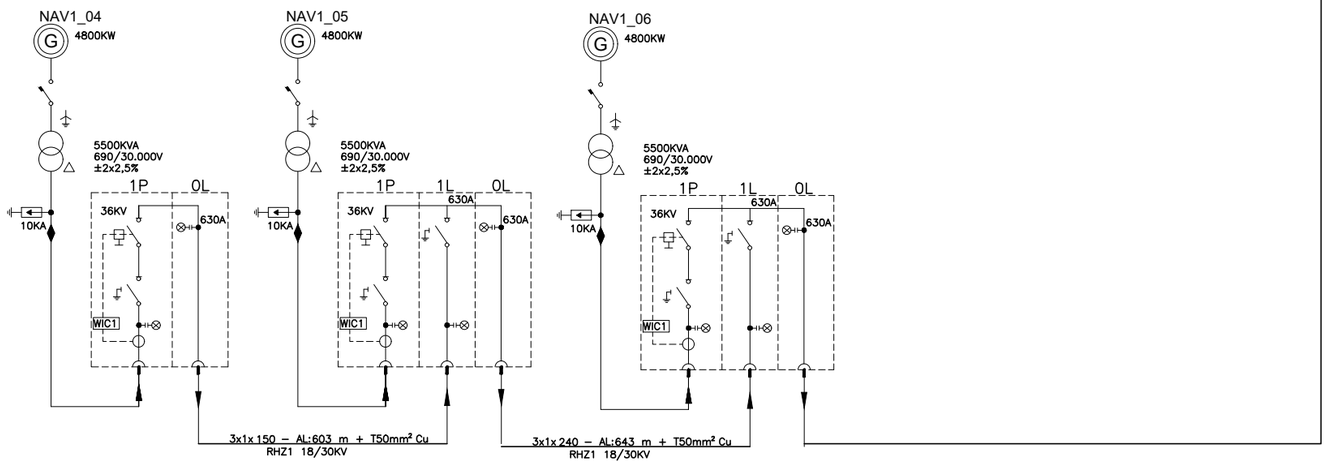
PLANO Nº: 342100401-3103-401

REVISIÓN: A

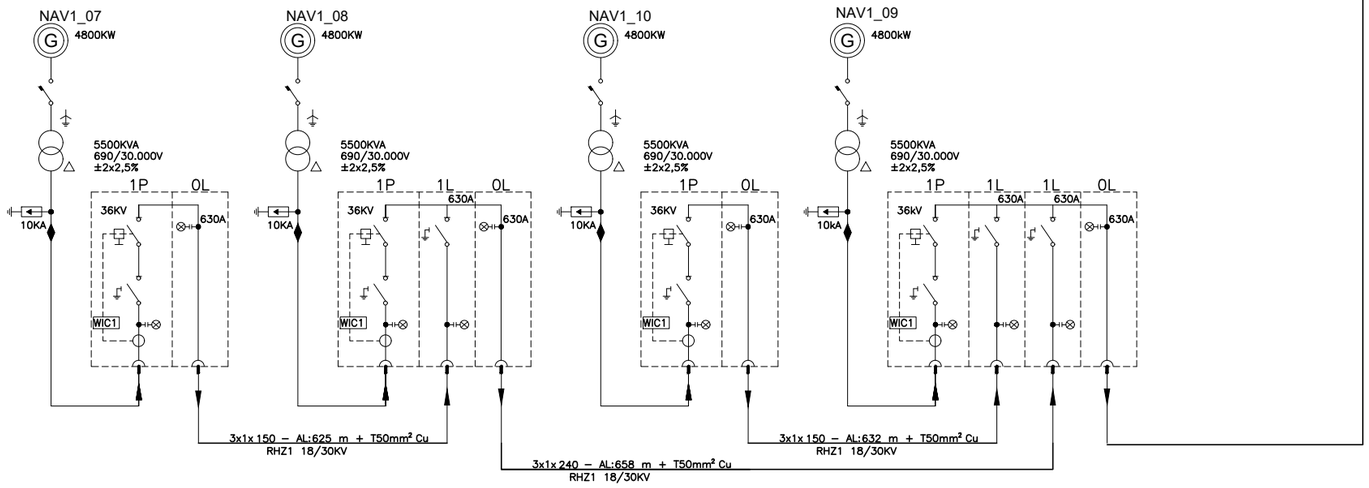
ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSION A 30KV: CIRCUITO 1



ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSION A 30KV: CIRCUITO 2



ESQUEMA UNIFILAR DE MEDIA TENSION A 30KV: CIRCUITO 3



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
G	GENERADOR DEL AEROGENERADOR (690V, 4800KW)
WIC1	RELÉ DE PROTECCIÓN (50/51, 50N/51N)
	TRANSFORMADOR DEL AEROGENERADOR (5500KVA, 690/30.000V)
1P	CELDA DE PROTECCIÓN
1L	CELDA DE LINEA
0L	CELDA DE REMONTE

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

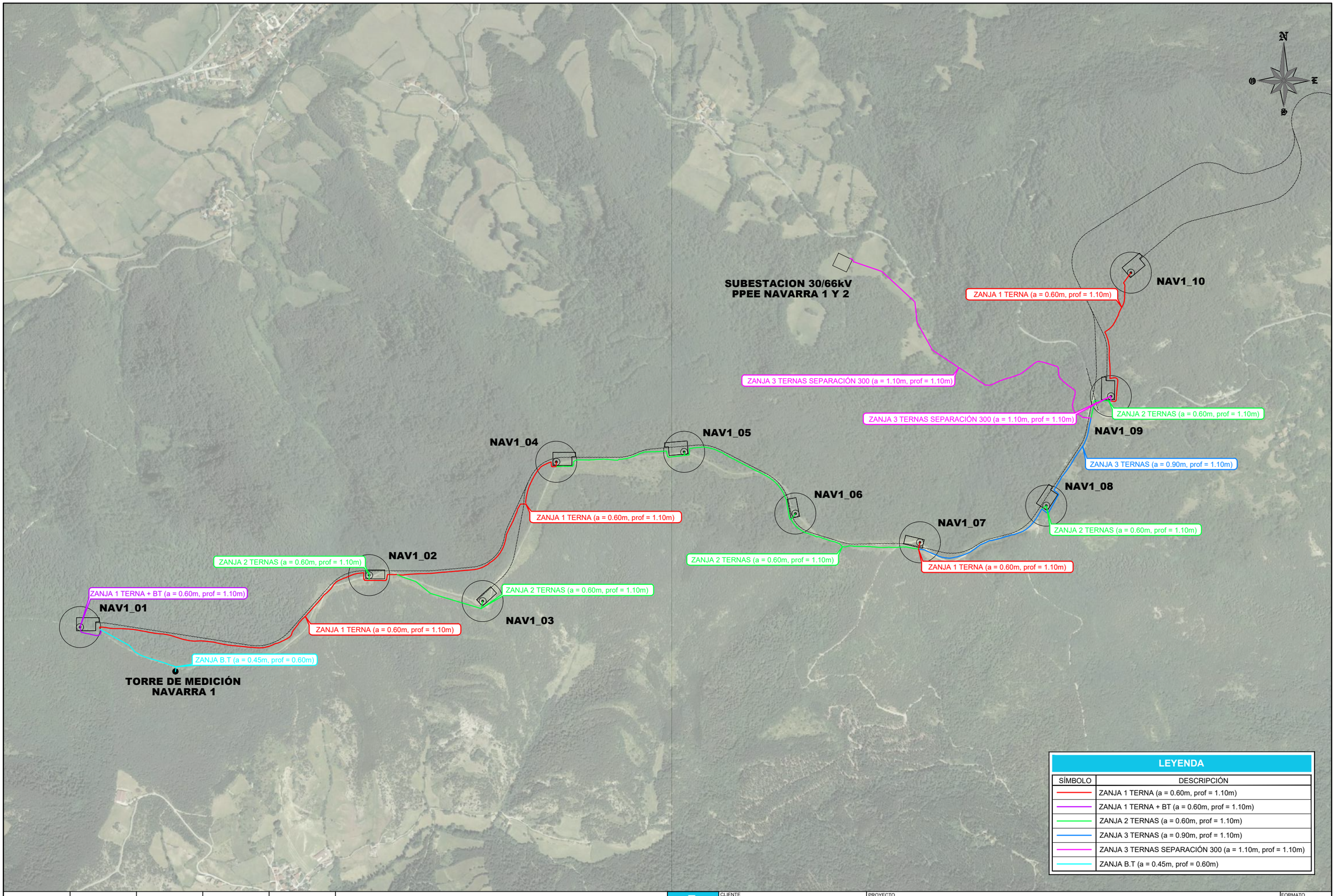
FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR M.T.

ESCALA: S/E

PLANO Nº: 342100401-3103-402

REVISIÓN: A



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ZANJA 1 TERNA (a = 0.60m, prof = 1.10m)
	ZANJA 1 TERNA + BT (a = 0.60m, prof = 1.10m)
	ZANJA 2 TERNAS (a = 0.60m, prof = 1.10m)
	ZANJA 3 TERNAS (a = 0.90m, prof = 1.10m)
	ZANJA 3 TERNAS SEPARACIÓN 300 (a = 1.10m, prof = 1.10m)
	ZANJA B.T (a = 0.45m, prof = 0.60m)

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

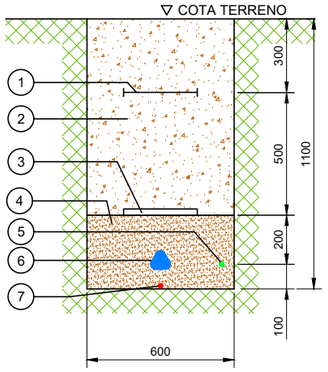
TÍTULO: PLANTA GENERAL DE TIPO DE ZANJAS

ESCALA: S/E

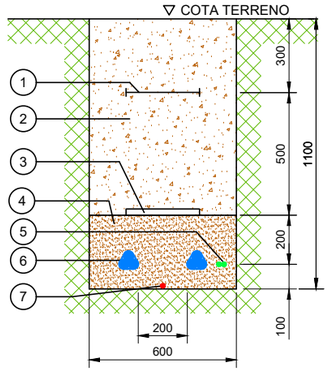
PLANO Nº: 342100401-3103-411

REVISIÓN: A

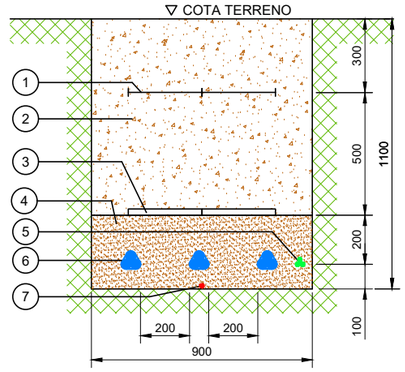
SECCIONES ZANJAS TIPO EN TIERRA 1 LINEA DE M.T.



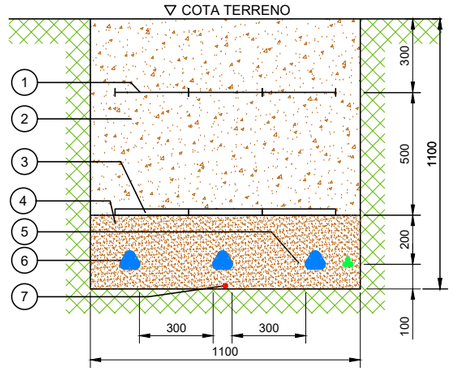
SECCIONES ZANJAS TIPO EN TIERRA 2 LINEAS DE M.T.



SECCIONES ZANJAS TIPO EN TIERRA 3 LINEAS DE M.T.



SECCIONES ZANJAS TIPO EN TIERRA 3 LINEAS DE M.T. SEPARACIÓN 300

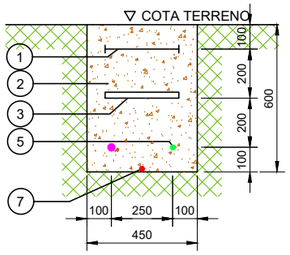


LEYENDA

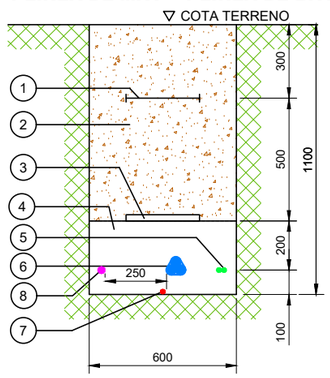
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	MALLA SEÑALIZACION
2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	PLACA PLÁSTICA TESTIGO
4	ARENA INERTE
5	CABLE FIBRA OPTICA
*6	LÍNEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES
7	CABLE DE ENLACE PARA TIERRA
8	CABLE DE B.T. (TORRE DE MEDICIÓN)

*El tendido de los cables unipolares,formará en trebol,sujeto con cinta de PVC cada 1,5m.

SECCION ZANJA TIPO TIPO EN TIERRA 1 LINEA DE B.T.

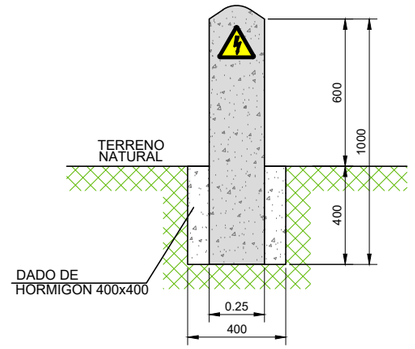


SECCIONES ZANJAS TIPO EN TIERRA 1 LINEA DE M.T. + 1 LINEA DE B.T.

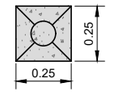


HITO DE SEÑALIZACIÓN

ALZADO

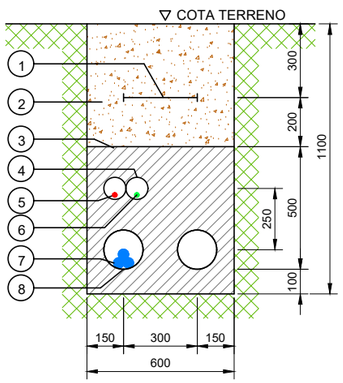


PLANTA

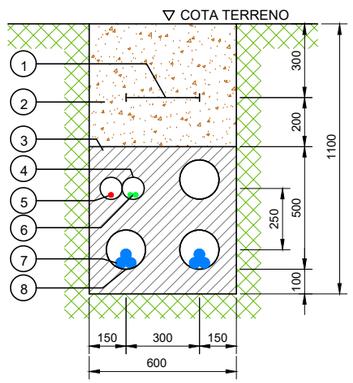


- LOS HITOS IRAN SITUADOS CADA 50 m Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LAS ZANJAS
- EN LOS EMPALMES SE PONDRAN TANTOS HITOS COMO EMPALMES HAYA Y DE COLOR DIFERENTE A LOS OTROS

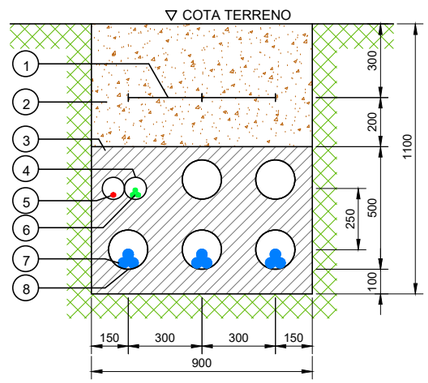
SECCION ZANJA TIPO EN CRUCE DE CAMINO 1 TERNA DE M.T.



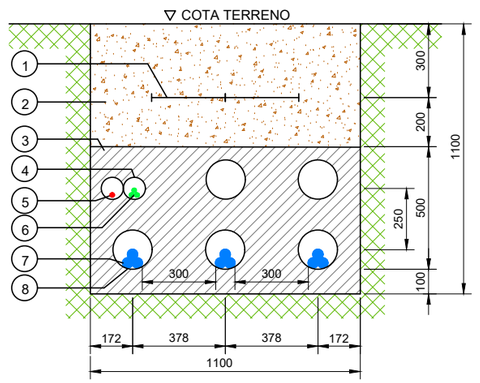
SECCION ZANJA TIPO EN CRUCE DE CAMINO 2 LINEAS DE M.T.



SECCION ZANJA TIPO EN CRUCE DE CAMINO 3 LINEAS DE M.T.



SECCION ZANJA TIPO EN CRUCE DE CAMINO 3 LINEAS DE M.T. SEPARACIÓN 300



LEYENDA

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	MALLA SEÑALIZACION
2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	HORMIGON HNE-15
4	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 90mmØ
5	CABLE DE ENLACE DE TIERRA
6	CABLE FIBRA OPTICA
7	LINEA DE M.T. CABLES UNIPOLARES
8	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 160mmØ

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: SECCION TIPO DE ZANJAS

ESCALA: 1/25

PLANO Nº: 342100401-3103-414

REVISIÓN: A

PARQUE EÓLICO NAVARRA 1

SUBESTACION 30/66kV
PPEE NAVARRA 1 Y 2

ZANJA M.T. PARQUE EÓLICO NAVARRA 1

L.A.A.T. 66kV
SET PPEE NAVARRA 1 Y 2 - SET ORCOYEN

SUBESTACION ORCOYEN

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍMITES PARQUE EÓLICO
	ZANJAS PARQUE EÓLICO
	LÍNEA AREA ALTA TENSIÓN EVACUACIÓN PARQUE EÓLICO

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

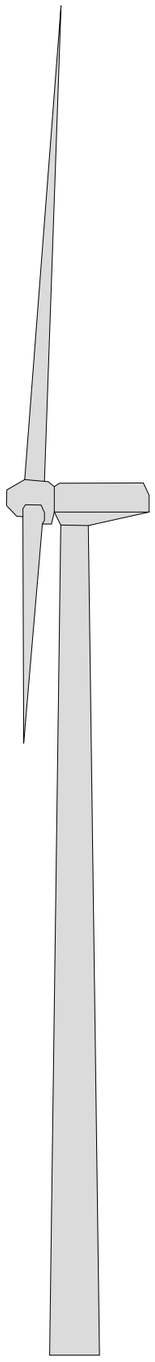
TÍTULO: EVACUACIÓN PARQUE EÓLICO

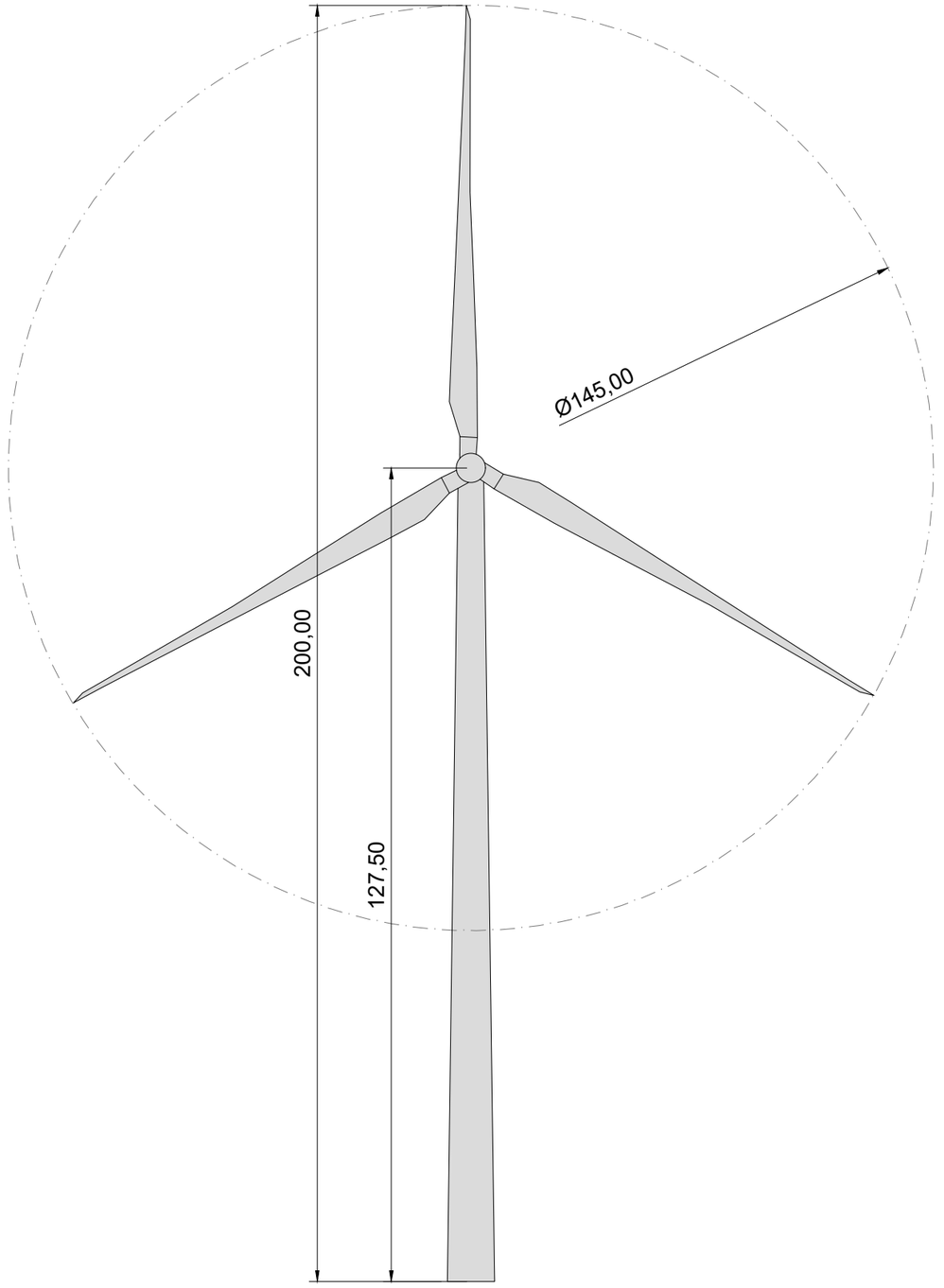
ESCALA: S/E

PLANO Nº: 342100401-3103-425

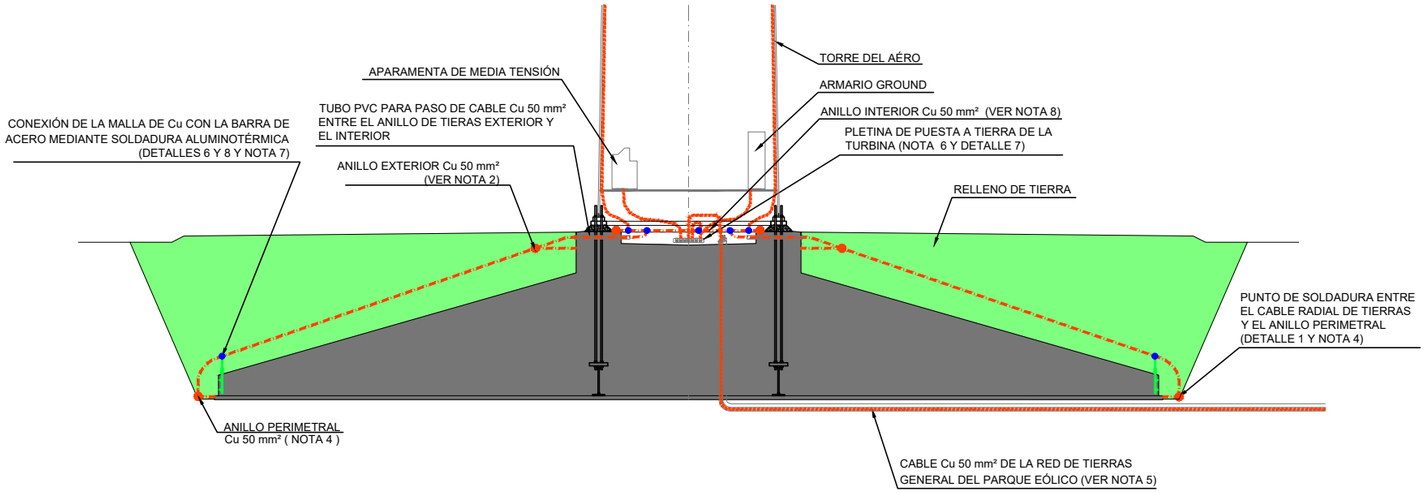
REVISIÓN: A

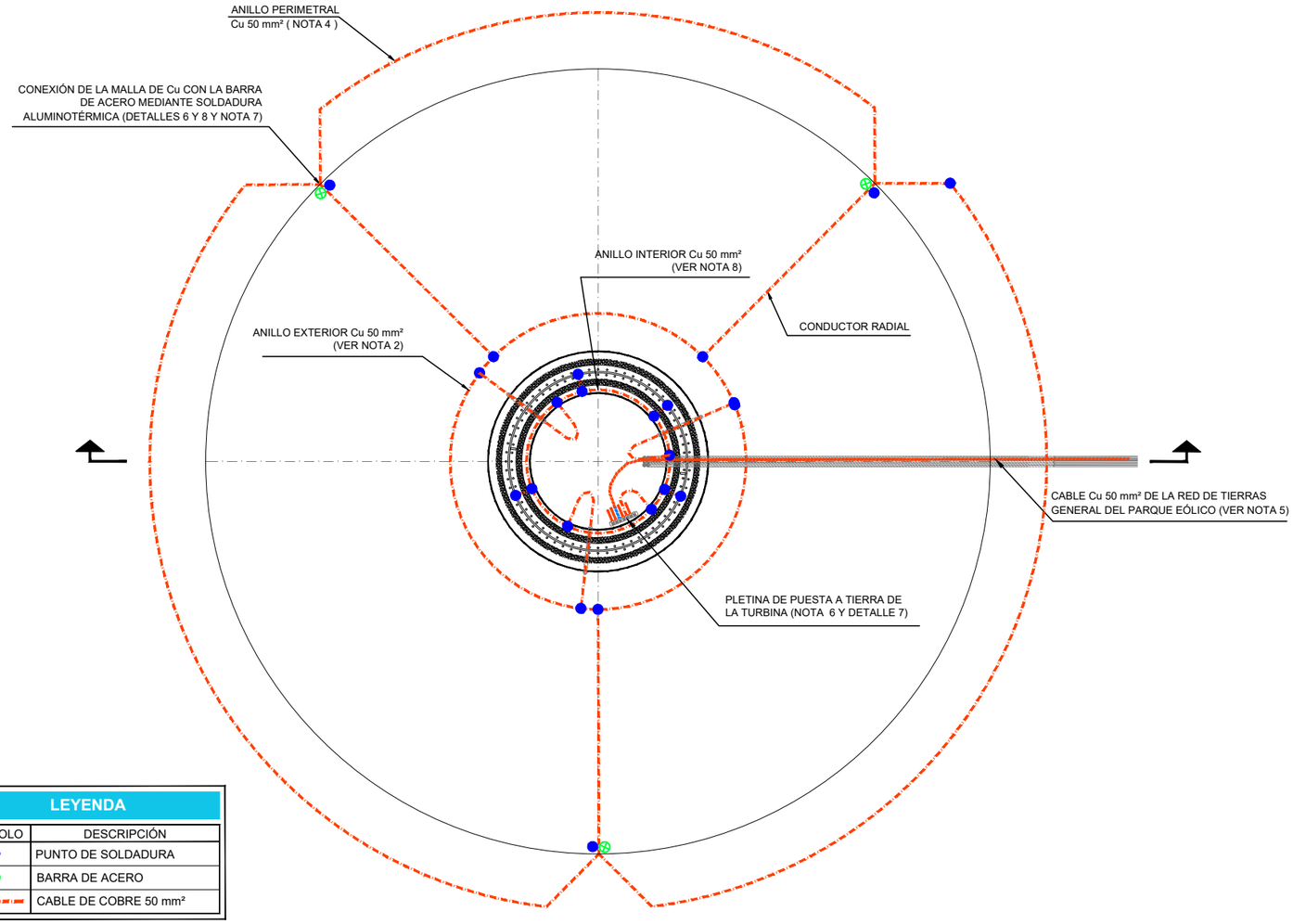
AEROGENERADOR WTG145 - 127,5 mHH
DIAMETRO DEL ROTOR = 145m
LONGITUD DE PALA = 72,5m





						P.E. NAVARRA 1	CLIENTE: sacyr CONCESIONES	PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1 Término municipal de Esteribar (NAVARRA)	FORMATO: A3
							AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS FIRMA DEL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	TÍTULO: ALZADO TURBINA	ESCALA: S/E
								PLANO Nº: 342100401-3103-461	REVISIÓN: A
A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL				
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				



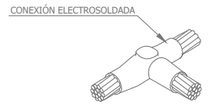


LEYENDA

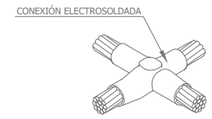
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
●	PUNTO DE SOLDADURA
⊗	BARRA DE ACERO
▬	CABLE DE COBRE 50 mm²

DETALLES

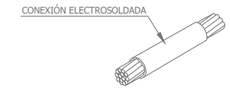
DETALLE 1
Conexión en "T" para dos cables de Cu



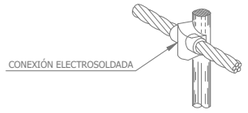
DETALLE 2
Conexión en "X" para dos cables de Cu



DETALLE 3
Conexión recta para dos cables de Cu

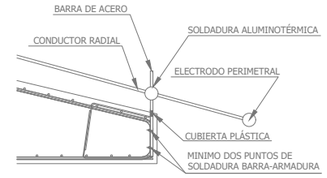


DETALLE 4
Conexión soldada con el cable de Cu del anillo con la pica de puesta a tierra opcional. Sólo en caso necesario.

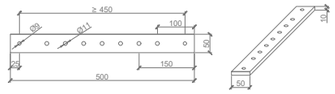


DETALLE 5
Pletina de puesta a tierra

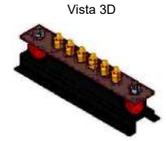
DETALLE 6
Conexion de la malla de cobre con los armados de acero de la cimentación mediante soldadura aluminotérmica.



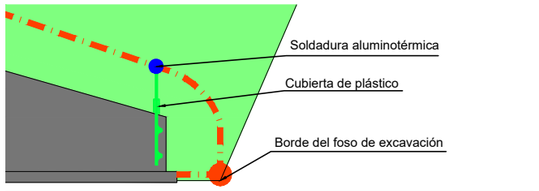
DETALLE 7
Dimensiones de la pletina de puesta a tierra



Vista 3D



DETALLE 8
Conexión de la malla de Cu con la barra de acero mediante soldadura aluminotérmica.



NOTAS

1. Todos los cables de tierras son de cobre de sección 50 mm².
2. El anillo exterior se enterrará a 500 mm de profundidad respecto a la superficie del terreno y distanciado 1 m del contorno de la torre.
3. El criterio final de validación del sistema de puesta a tierra es:
   1/ Las tensiones de contacto y paso deben ser medidas por un cuerpo certificado de acuerdo con IEC 60479-1, IEC 61936-1.
   2/ La resistencia de puesta a tierra debe ser como máximo de 10 Ω.
   Este valor deberá ser medido con el anillo de tierras desconectado de la red de tierras del parque.
4. El anillo perimetral debe colocarse en el borde del pozo de excavación, respetando un mínimo de profundidad de 1000 mm del nivel del suelo terminado.
5. El cable de conexión a tierra general de la red debe conectar todas las turbinas eólicas y la subestación. Pasará por los tubos de PVC de la cimentación y, en el interior de la turbina eólica se conectará a la pletina de tierras. Los tubos de PVC para el cable de puesta a tierra serán retirados para evitar filtraciones de agua en la base de la turbina eólica.
6. Se instalará una pletina de puesta a tierra dentro del aerogenerador. Será de cobre con dimensiones 500x50x10 mm² y tendrá dos aisladores de 1000 V que se colocarán sobre la base de hormigón en el centro de la superficie del pedestal (ver detalle 7).
7. La barra de acero estará fabricada del mismo material que el refuerzo de la cimentación (mínimo Ø20 mm). Será atada al cable de cobre de 50 mm² mediante soldadura aluminotérmica (detalle 4 y 6), y protegido por una tubería de PVC/PE. Esta protección será de 100 mm de largo, y a 50 mm sobre el hormigón. La unión al armado se realizará en el menos dos puntos de la cimentación.
8. El anillo interior se colocará directamente sobre la solera de la cimentación.
9. La torre se unirá al anillo de tierras mediante 4 conectores de Cu 50 mm².
10. Las picas de cobre son de 18mm de diámetro y 3,00m de longitud y se unirán al anillo perimetral de puesta a tierra del aerogenerador con soldaduras exotérmicas (sólo aplicable en el caso de que fuese necesaria su instalación para mejorar el comportamiento de la red de puesta a tierra).
11. Sólo se usará la entrada más favorable, de las tres posibles, al aerogenerador desde la P. a T. del parque, con un cable Cu 50 mm² previamente soldada a esta.

A	MARZO-2021	L.D.G.	J.L.O.	J.L.O.	VERSIÓN INICIAL
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

P.E. NAVARRA 1

CLIENTE: sacyr CONCESIONES

PROYECTO: ANTEPROYECTO PARQUE EOLICO NAVARRA 1
Término municipal de Esteribar (NAVARRA)

FORMATO: A3

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL
(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA
Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: PAT AEROGENERADOR

ESCALA: S/E

PLANO Nº: 342100401-3103-530

REVISIÓN: A

DOCUMENTO 03. PRESUPUESTOS

RESUMEN PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN		EUROS	%
1	OBRA CIVIL		2.036.392,25	5,40
-01.01	-MOVIMIENTOS DE TIERRAS	1.322.080,25		
-01.02	-FIRMES	571.790,00		
-01.03	-ZANJAS	120.522,00		
-01.04	-DRENAJES	19.500,00		
-01.05	-ENSAYOS	2.500,00		
2	CIMENTACIONES		1.271.158,60	3,37
3	OBRA ELECTRICA		584.373,11	1,55
-03.01	-CABLES	490.359,36		
-03.02	-FIBRA	77.263,75		
-03.04	-ENSAYOS MT	7.250,00		
-03.05	-PUESTA A TIERRA	9.500,00		
4	AEROGENERADOR		33.600.000,00	89,18
5	SEGURIDAD Y SALUD		50.000,00	0,13
6	VARIOS		136.005,00	0,36

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		**37.677.928,96**
13,00 % Gastos generales	4.898.130,76	
6,00 % Beneficio industrial	2.260.675,74	
SUMA DE G.G. y B.I.		7.158.806,50
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		**44.836.735,46**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		**44.836.735,46**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUARENTA Y CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y SEIS MIL SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

Marzo de 2021

José Luis Ovelleiro Medina.
Ingeniero Industrial.
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:
Ingeniería y Proyectos Innovadores
B-50996719

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL									
SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTOS DE TIERRAS									
01.01.02	**m2**					**DESBROCE**			
	Desbroce de la tierra vegetal o del sustrato alterado (40 cm), según indicaciones del estudio geotécnico y plano de tierra vegetal. Incluye la carga y transporte hasta lugar de acopio o vertedero autorizado y/o mantenimiento y preparación para posterior extendido en taludes de parque.								
	Viales	1	116.794,00			116.794,00			
	Plataformas	1	40.842,00			40.842,00			
							157.636,00	0,50	78.818,00
01.01.03	**m3**					**EXCAVACION EN DESMONTE**			
	Excavación de la explanación y cunetas en todo tipo de terrenos reperfilado y acabado con motoniveladora, compactación de fondo si procede, incluso acopio de material para su posterior utilización en tareas de relleno o terraplenado, transporte a lugar de empleo y retirada de excedentes a vertedero autorizado,y canón de vertido, todo ello según PPTP.								
	Viales	1	83.892,00			83.892,00			
	Plataformas	1	100.154,00			100.154,00			
							184.046,00	4,50	828.207,00
01.01.04	**m3**					**TERRAPLEN**			
	Terraplenado con productos de la excavación o emprestito, (95% del P.M.). Formación de terraplén o pedraplen con material seleccionado o adecuado s/ criterio DT, extendido en tongadas de hasta 25 cm de espesor riego hasta nivel óptimo de humedad y compactación hasta el 95% P.M., incluso perfilado, restauración topográfica y extendido de capa de tierra vegetal en toda la superficie del terraplen, totalmente terminado según PPTP.								
	Viales	1	169.764,00			169.764,00			
	Plataformas	1	14.705,00			14.705,00			
							184.469,00	2,25	415.055,25
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTOS DE TIERRAS.								**1.322.080,25**
SUBCAPÍTULO 01.02 FIRMES									
01.02.01	**m3**					**CAPA RODADURA**			
	Suministro, confección, colocación, compactación y terminación de la base granular con Zahorra Artificial (20 cm).Compactado hasta el 98 % del PM. Segun planos de secciones tipo y especificacones del tecnologo								
	Viales	1	10.330,00			10.330,00			
	Plataformas	1	4.796,00			4.796,00			
							15.126,00	21,00	317.646,00
01.02.02	**m3**					**CAPA BASE**			
	Suministro, confección, colocación, compactación y terminación de la base granular con Zahorra Natural o Artificial (20 cm).Compactado hasta el 98 % del PM. Segun planos de secciones tipo y especificacones del tecnologo								
	Viales	1	10.996,00			10.996,00			
	Plataformas	1	4.888,00			4.888,00			
							15.884,00	16,00	254.144,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 FIRMES								**571.790,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.03 ZANJAS									
01.03.01	**ml Zanjas para Media Tensión 1 Circuito**								
	Apertura de zanja para el tendido de LSMT de 1,1 m con anchura 0.6 m , incluso el vertido de arena en fondo y recubrimiento de líneas con arena proviniente de cantera aprobada previamente por la DT, suministro y colocación de cinta de atención, placas de protección y tubos de PE. Incluso desbroce y acopio del material, posterior reposición y retirada de material sobrante a vertedero, tapado de zanja con materiales procedentes de la excavación y compactado de zanja con bandeja vibrante, y suministro y colocación de los hitos de señalización con placa de riesgo electrico pintados y anclados al terreno necesarios para la localización de la instalación, incluso parte proporcional de zanja en cruces mediante entubación hormigonada. El metro lineal totalmente terminado y señalizado según criterio de la Dirección Técnica.								
		1	3.010,00			3.010,00			
							3.010,00	15,00	45.150,00
01.03.03	**ml Zanjas para Media Tensión 2 Circuitos**								
	Apertura de zanja para el tendido de LSMT de 1,1 m con anchura 0.6 m , incluso el vertido de arena en fondo y recubrimiento de líneas con arena proviniente de cantera aprobada previamente por la DT, suministro y colocación de cinta de atención, placas de protección y tubos de PE. Incluso desbroce y acopio del material, posterior reposición y retirada de material sobrante a vertedero, tapado de zanja con materiales procedentes de la excavación y compactado de zanja con bandeja vibrante, y suministro y colocación de los hitos de señalización con placa de riesgo electrico pintados y anclados al terreno necesarios para la localización de la instalación, incluso parte proporcional de zanja en cruces mediante entubación hormigonada. El metro lineal totalmente terminado y señalizado según criterio de la Dirección Técnica.								
		1	2.040,00			2.040,00			
							2.040,00	15,00	30.600,00
01.03.04	**ml Zanjas para Media Tensión 3 Circuitos**								
	Apertura de zanja para el tendido de LSMT de 1,1 m con anchura 0.9 m , incluso el vertido de arena en fondo y recubrimiento de líneas con arena proviniente de cantera aprobada previamente por la DT, suministro y colocación de cinta de atención, placas de protección y tubos de PE. Incluso desbroce y acopio del material, posterior reposición y retirada de material sobrante a vertedero, tapado de zanja con materiales procedentes de la excavación y compactado de zanja con bandeja vibrante, y suministro y colocación de los hitos de señalización con placa de riesgo electrico pintados y anclados al terreno necesarios para la localización de la instalación, incluso parte proporcional de zanja en cruces mediante entubación hormigonada. El metro lineal totalmente terminado y señalizado según criterio de la Dirección Técnica.								
		1	2.132,00			2.132,00			
							2.132,00	21,00	44.772,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 ZANJAS								**120.522,00**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 01.04 DRENAJES									
01.04.01	**ML**								
	OBRA DE DRENAJE 1 TUBOS Ø600 mm								
	Obra de Drenaje bajo vial, incluyendo apertura de zanja, suministro y colocación de 1 tubo de diámetro 800 mm, asiento y recubrimiento del tubo con hormigón C20-25, tapado posterior de zanja, según plantas y secciones tipo definidas en planos.								
		10	10,00			100,00			
							100,00	150,00	15.000,00
01.04.02	**UD**								
	EJECUCION ENTRADAS-SALIDAS OBRAS DE DRENAJE Ø600 mm								
	Suministro y colocación de arquetas o cabezas con aletas a la entrada y salida de la Obra de drenaje, y ejecución de encachado de piedra a la salida del drenaje, según plantas y secciones tipo definidas en planos.								
		5	2,00			10,00			
							10,00	75,00	750,00
01.04.03	**ml**								
	VADO HORMIGONADO								
	Ejecucion de Vado hormigonado de 20 cm de espesor y anchura 8 m								
		15				15,00			
							15,00	250,00	3.750,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 DRENAJES.....								**19.500,00**
SUBCAPÍTULO 01.05 ENSAYOS									
01.05.01	**ENSAYOS DENSIDADES Y PLACAS CARGA CAMINOS**								
	Partida alzada para ensayos de placas de carga en caminos y plataformas, según especificaciones de Direccion de Obra y especificaciones técnicas.								
		1				1,00			
							1,00	2.500,00	2.500,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 ENSAYOS.....								**2.500,00**
	TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL								**2.036.392,25**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES									
02.01	**m3**					**EXCAVACION EN POZO**			
	Excavación de la zapata en todo tipo de terrenos incluido el despeje, balizamiento de la excavación para evitar el paso de personal y maquinaria fuera de la zona de trabajo, desbroce, reserva de tierra vegetal para su posterior utilización y restauración de las superficies una vez hormigonada y rellena la zapata, hasta cota de cimentación, incluyendo carga y transporte a vertedero de material sobrante (incluso canon del mismo),o lugar de empleo. Nivelación y limpieza del fondo de excavación, incluso compactación del material suelto.								
		10	2.403,00			24.030,00			
							24.030,00	4,40	105.732,00
02.02	**m3**					**RELLENO**			
	Relleno con suelo adecuado o selecciconado de cimentacion, procedente de material de excavación o prestamo, comprendiendo transporte, extendido, humectación y compactado al 98% Proctor modificado por medios mecánicos en tongadas de 30 cm. de espesor. Densidad minima 1.8 T/m3								
		10	1.627,00			16.270,00			
							16.270,00	2,50	40.675,00
02.03	**m3**					**HORMIGON DE LIMPIEZA**			
	Hormigón limpieza. Hormigón en masa HNE20 N/mm2 de resistencia característica, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con medios mecánicos, vibrado y colocación., elaborado y puesto en obra.								
		10	49,00			490,00			
							490,00	62,00	30.380,00
02.04	**m3**					**HORMIGON ARMADO ZAPATA**			
	Hormigón para armar HA-40/F/20/IIa , elaborado en central, en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido con medios mecánicos, vibrado y colocación.								
		10	764,00			7.640,00			
							7.640,00	59,00	450.760,00
02.05	**m3**					**HORMIGON ARMADO FUSTE**			
	Hormigón para armar HA-45/F/20/IIa, elaborado en central, en relleno de pedestal de cimentación, i/vertido con medios mecánicos, vibrado y colocación.								
		10	12,00			120,00			
							120,00	85,00	10.200,00
02.06	**m2**					**ENCOFRADOS**			
	Encofrados metálicos rectos y curvos a una cara para las losas de cimentación y los muros, incluido desencofrado, unidades precisas s/ plan de obra de la D.T.								
		10	48,00			480,00			
							480,00	16,00	7.680,00
02.07	**kg ACERO**								
	Acero corrugado B500S para armar preformado en taller, cortado, doblado y montado, según planos incluso p.p. de mermas, despuntes y separadores, totalmente terminado.								
		10	100.902,00			1.009.020,00			
							1.009.020,00	0,58	585.231,60

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.08	ud					COLOCACION ANCHOR CAGE			
	Colocación de "Anchor Cage" y pernos de nivelación mediante medios mecánicos según dimensiones facilitadas, p.p. de elementos complementarios para su adecuada ejecución, incluso nivelación, colocación de pasatubos de cableado. Todo ello según definición en planos y criterio de la dirección técnica. Incluye la descarga de los pernos en obra.								
		10				10,00			
							10,00	550,00	5.500,00
02.09	ud					CANALIZACIONES			
	Canalización eléctrica y red de drenaje en cimentaciones de torres, por unidad de zapata, incluyendo suministro y colocación de 6 tubos PVC Flexibles de 160 mm de diámetro para la LSMT;entrada y la salida, y doble tubo de PVC flexibles de 90 mm para la F.O entrada y salida, canalización reforzada con hormigon C16-20, incluso sellado de tubos con espuma de poliuretano de 50 Kg/cm3, incluida red de drenaje del aero. Todo ello según definición en planos y criterio de la dirección técnica.								
		10				10,00			
							10,00	350,00	3.500,00
02.10	ud					GROUT			
	Suministro y aplicación de Grout BASF Masterflow 9200, DENSIT Ducorit S5 o PAGEL V1/30HF con consistencia fluida. Según especificaciones GAMESA								
		10				10,00			
							10,00	2.500,00	25.000,00
02.11	ud					JUNTA SELLADO			
	Suministro y colocación de junta de sellado entre grout y hormigon de fuste según especificaciones GAMESA. Materiales, Pagelastic o Masterseal 550.								
		10				10,00			
							10,00	150,00	1.500,00
02.12	ud					ENSAYOS CIMENTACIONES			
	Partida alzada para ensayos de CIMENTACIONES, hormigon, acero, densidades, etc.., según especificaciones de Direccion de Obra y especificaciones técnicas.								
							1,00	5.000,00	5.000,00

TOTAL CAPÍTULO 02 CIMENTACIONES..... 1.271.158,60

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 OBRA ELECTRICA									
SUBCAPÍTULO 03.01 CABLES									
03.01.02	**ml CABLE UNIPOLAR 150 mm2 18/30 kV**								
	Suministro y puesta en obra de cable aislado de aluminio, unipolar, aislamiento XLPE 18/30 kV, 150 mm2 Al, incluido parte proporcional de empalmes e introducción en aerogeneradores y centro de control.								
		3	3.212,00			9.636,00			
							9.636,00	7,20	69.379,20
03.01.03	**ml CABLE UNIPOLAR 240 mm2 18/30 kV**								
	Suministro y puesta en obra de cable aislado de aluminio, unipolar, aislamiento XLPE, 18/30 kV, 240 mm2 Al, incluido parte proporcional de empalmes e introducción en aerogeneradores y centro de control.								
		3	1.863,00			5.589,00			
							5.589,00	8,30	46.388,70
03.01.04	**ml CABLE UNIPOLAR 400 mm2 18/30 kV**								
	Suministro y puesta en obra de cable aislado de aluminio, unipolar, aislamiento XLPE, 18/30 kV, 400 mm2 Al, incluido parte proporcional de empalmes e introducción en aerogeneradores y centro de control.								
		3	8.064,00			24.192,00			
							24.192,00	10,33	249.903,36
03.01.06	**ml CABLE UNIPOLAR 630 mm2 18/30 kV**								
	Suministro y puesta en obra de cable aislado de aluminio, unipolar, aislamiento XLPE, 18/30 kV, 630 mm2 Al, incluido parte proporcional de empalmes e introducción en aerogeneradores y centro de control.								
		3	1.506,00			4.518,00			
							4.518,00	15,50	70.029,00
03.01.07	**ml CABLE COBRE**								
	Suministro y puesta en obra de cable de Cobre desnudo, 50 mm2.								
		1	7.541,00			7.541,00			
							7.541,00	5,10	38.459,10
03.01.09	**ud TERMINAL HASTA 240 mm2**								
	Suministro y montaje de terminal enchufable de conexión atornillable, montaje interior, para cable seco18/30 kV de hasta 240 mm2 en Al.								
		1	42,00			42,00			
							42,00	225,00	9.450,00
03.01.10	**ud TERMINAL > 400 mm2**								
	Suministro y montaje de terminal enchufable de conexión atornillable, montaje interior, para cable seco 18/30 kV mayor de 400 mm2 en Al.								
		1	18,00			18,00			
							18,00	375,00	6.750,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 CABLES.....								**490.359,36**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 03.02 FIBRA									
03.02.01	**ml FIBRA OPTICA DE 12 FIBRAS**								
	Suministro y puesta en obra de cable de fibra óptica monomodo 9/125 um, de 12 fibras, en estructura holgada con protección antirroedores dieléctrica								
		1	14.645,00			14.645,00			
							14.645,00	4,75	69.563,75
03.02.02	**ud CONEXIÓN FIBRA**								
	Punto de conexión de fibra óptica, en aerogeneradores, subestacion y torres anemométricas, contemplando la instalación y conexión de 12 conectores tipo ST en punta de fibra.								
	aeros	10				10,00			
	TM	1				1,00			
	SET	3				3,00			
							14,00	550,00	7.700,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.02 FIBRA.....								**77.263,75**
SUBCAPÍTULO 03.04 ENSAYOS MT									
03.04.01	**ud ENSAYOS CABLES DE MEDIA TENSION**								
	Ensayos de Rigidez Dieléctrica (medida de resistencia de aislamiento de cables de MT) entre entre fase y tierra, y entre pantalla y tierra, incluyendo emisión de certificado								
							1,00	3.000,00	3.000,00
03.04.02	**ud ENSAYOS PUESTA A TIERRA**								
	Medida de la resistencia de puesta a tierra en cada aerogenerador, con aerogenerador conectado y desconectado a la red de tierras del parque, incluyendo emisión de certificado.								
							1,00	1.500,00	1.500,00
03.04.03	**ud ENSAYOS PASO Y CONTACTO**								
	Medición de tensiones de paso y contacto para cada aerogenerador, incluyendo emisión de certificado oficial.								
							1,00	1.500,00	1.500,00
03.04.04	**ud ENSAYOS FIBRA**								
	Ensayos de reflectometría y continuidad, incluyendo emisión de certificado								
							1,00	1.250,00	1.250,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.04 ENSAYOS MT.....								**7.250,00**
SUBCAPÍTULO 03.05 PUESTA A TIERRA									
03.05.01	**PUESTA A TIERRA DE AEROGENERADOR**								
	Puesta a tierra de aerogenerador consistente en el tendido de tres anillos de Cu de 50 mm2, uno interior a la cimentación, otro exterior a la cimentación a una profundidad de 0,5 m y otro perimetral a la cimentación a 1 m de profundidad y cable de unión de la misma sección que el anterior de todos los anillos y hasta el aerogenerador, incluso soldaduras aluminotérmicas y conexionado en la pletina de puesta a tierra en el interior del aerogenerador.								
		1	10,00			10,00			
							10,00	950,00	9.500,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 03.05 PUESTA A TIERRA								**9.500,00**
	TOTAL CAPÍTULO 03 OBRA ELECTRICA								**584.373,11**

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 AEROGENERADOR									
04.01	**Aerogenerador**								
	Aerogenerador Rotor 155 de 4.8 MW y 125 metros de Altura de Buje. Totalmente Instalado.	10				10,00			
							10,00	3.360.000,00	33.600.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 04 AEROGENERADOR								**33.600.000,00**
CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD									
05.01	**ud**					**Seguridad y Salud**			
							1,00	50.000,00	50.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 05 SEGURIDAD Y SALUD								**50.000,00**
CAPÍTULO 06 VARIOS									
06.02	**PA**					**Gestion de Residuos**			
							1,00	9.005,00	9.005,00
06.03	**ud**					**Torre Medicion**			
							1,00	127.000,00	127.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 06 VARIOS								**136.005,00**
	TOTAL								**37.677.928,96**