

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO FRV RUBÍ

PROYECTO EJECUTIVO

Municipio: Rubí
Fecha: Diciembre 2025



REF.: FRV643BESS-PE-02

Promotor: FRV Robles SL

Autor: 
Nº colegiado: 



The future happens here

efener e³

ÍNDICE GENERAL DE DOCUMENTOS

01. MEMORIA

02. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

03. PRESUPUESTO

04. PLANOS

05. PROYECTO DESMANTELAMIENTO Y RESTITUCIÓN

06. ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

07. ESTUDIO DE RESIDUOS

08. RBDA

09. FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS

DOCUMENTO NÚM.1
MEMORIA

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETO	7
3. DATOS GENERALES	9
3.1. Coordenadas utm de la planta.	9
NORMATIVA LEGAL	11
3.2. Normativa sectorial.....	11
3.3. Obra civil i estructuras	12
3.4. Instalaciones eléctricas.....	13
3.5. Seguridad y salud.....	14
3.6. Normativa ambiental i urbanística.....	15
4. PETICIONARIO Y PROMOTOR	16
5. UBICACIÓN	17
5.1. Situación general.....	17
5.2. Acceso a la instalación.....	18
5.3. Parcelas afectadas	19
5.4. Servicios urbanísticos existentes.....	19
6. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN Y DISEÑO	19
6.1. Criterios generales	19
6.2. Mantenimiento de la actividad agrícola	20
6.3. Conservación de las rieras y/o torrentes	20
6.4. Cierre perimetral.....	20
6.5. Drenaje de la parcela.....	21
6.6. Pavimento.....	21
6.7. Medidas protectoras de la fauna.....	21
6.8. Tipología de las instalaciones.....	21
6.9. Estudio del potencial de consumo/generación	23
7. INSTALACIONES DEL PROYECTO DE ALMACENAMIENTO	26
7.1. General.....	26

7.2. Baterías	27
7.3. Inversores.....	28
7.4. Módulos de transformador de potencia	28
7.5. Edificio de Control	29
7.6. Instalación eléctrica BT.....	30
7.6.1. <u>Cableado eléctrico de corriente continua</u>	30
7.6.2. <u>Cableado de corriente alterna</u>	30
7.6.3. <u>Cajas de conexión y protección</u>	30
7.6.4. <u>Puesta a tierra</u>	31
7.6.5. <u>Protección contra sobreintensidades</u>	35
7.6.6. <u>Protección contra sobretensiones</u>	36
7.6.7. <u>Conexiones</u>	39
7.7. Instalación eléctrica MT.....	39
7.7.1. <u>Líneas subterráneas de interconexión</u>	39
7.7.2. <u>Celdas de MT (30kV)</u>	40
7.7.3. <u>Sistema de Puesta a Tierra</u>	41
8. OBRA CIVIL.....	43
8.1. Generalidades	43
8.2. Accesos	44
8.3. Centro de Reparto	44
8.3.1. <u>Impermeabilidad</u>	45
8.3.2. <u>Grados de protección</u>	45
8.3.3. <u>Bases</u>	45
8.3.4. <u>Paredes</u>	45
8.3.5. <u>Cubierta</u>	45
8.3.6. <u>Rejas de ventilación</u>	45
8.3.7. <u>Puertas de acceso</u>	46
8.3.8. <u>Protección contra incendios</u>	46
8.4. Cimentaciones.....	48
8.5. Zanjas para cableado	48
8.6. Residuos	49
8.7. Movimiento de tierras	49
9. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE ENERGIA 400KV	50
9.1. Generalidades	50

10. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	50
10.1. Riesgo de incendio forestal.....	51
10.1.1. <u>Factores de riesgo durante la construcción y explotación.....</u>	51
10.1.2. <u>Elementos vulnerables</u>	51
10.2. Medidas de protección contra incendios forestales.....	52
10.2.1. <u>Medidas preventivas encaminadas a minimizar el riesgo de incendio.....</u>	52
11. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES	58
12. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	61
13. CONCLUSIÓN.....	62

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático y la degradación del medio ambiente son una amenaza existencial a la que se enfrenta la sociedad. Para superar estos retos, la Unión Europea ha establecido una hoja de ruta a través del "Pacto Verde Europeo" que pretende transformar la UE en una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, garantizando que no haya emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050, y que el crecimiento económico esté disociado del uso de recursos.

Con este fin, La Ley Europea del Clima establece el objetivo climático vinculante de la Unión Europea para 2030 consistente en una reducción de las emisiones netas de gases de efecto invernadero de, al menos, un 55% con respecto a los niveles de 1990. La transición hacia la neutralidad climática supone una profunda transformación del sistema energético, que pasará a estar alimentado, fundamentalmente, por recursos renovables. El carácter variable y estocástico de algunas de estas fuentes energéticas hace necesario contar con diversas **herramientas que confieran flexibilidad al sistema eléctrico, entre las que se encuentra el almacenamiento energético.**

La incorporación de nuevas instalaciones de energía renovable en el parque de generación es un reclamo de la sociedad civil, e impulsado por los diferentes gobiernos. En Cataluña, este consenso se plasma en el "Pacto Nacional para la Transición Energética" (PNTE) de 2017, con un ambicioso objetivo de conseguir un 100% de generación renovable en 2050, cumpliendo con las directrices del Pacto Verde Europeo.

En línea con lo expuesto, la empresa FRV Robles SL (en adelante FRV) ha decidido promover el desarrollo, construcción y explotación de un sistema de almacenamiento eléctrico mediante baterías que acumularán energía eléctrica de la red cuando la generación supere el consumo para cederla cuando ésta sea deficitaria, y poder así mantener un sistema eléctrico equilibrado que permita una mayor reducción de los gases de efecto invernadero.

En este marco se ha desarrollado el presente "Proyecto ejecutivo del sistema de almacenamiento eléctrico FRV RUBÍ", formado por 40 módulos de baterías con inversor y 10 transformadores para elevar la tensión, totalizando una potencia de generación/consumo de 48.930 kW y una energía de 194.748 kWh. La evacuación de la energía generada está prevista en la Subestación Rubí de 400kV de REE, mediante la construcción de una nueva subestación colectora compartida con otros promotores

que evacúan al mismo nudo de REE. La nueva subestación colectora queda fuera del alcance del presente proyecto.

Este proyecto es una modificación del proyecto presentado en octubre de 2024 (FUE-2024-04125425), que consiste en una reubicación de los equipos en una nueva parcela más próxima a la subestación colectora de promotores, manteniendo los mismos equipos, potencias y capacidad de baterías.

FRV cuenta con permisos de acceso y conexión para la instalación desde el 22 de mayo de 2024

La instalación de almacenamiento de energía se ubica dentro de unas parcelas de 1,45 ha en suelo rústico en el municipio de Rubí (Barcelona). La evacuación de la energía se realiza mediante línea de media tensión (30kV), hasta llegar a la Subestación Promotores Rubí 400/30kV, donde se realiza la elevación de 30/400kV para salir hasta el nudo de REE Rubí 400kV con una línea enterrada de 400kV.

La línea de media tensión (30kV) que unirá el Sistema de Almacenamiento Eléctrico (SAE) con la Subestación Promotores Rubí 400/30kV tiene una longitud de 95 m y discurrirá enterrada.

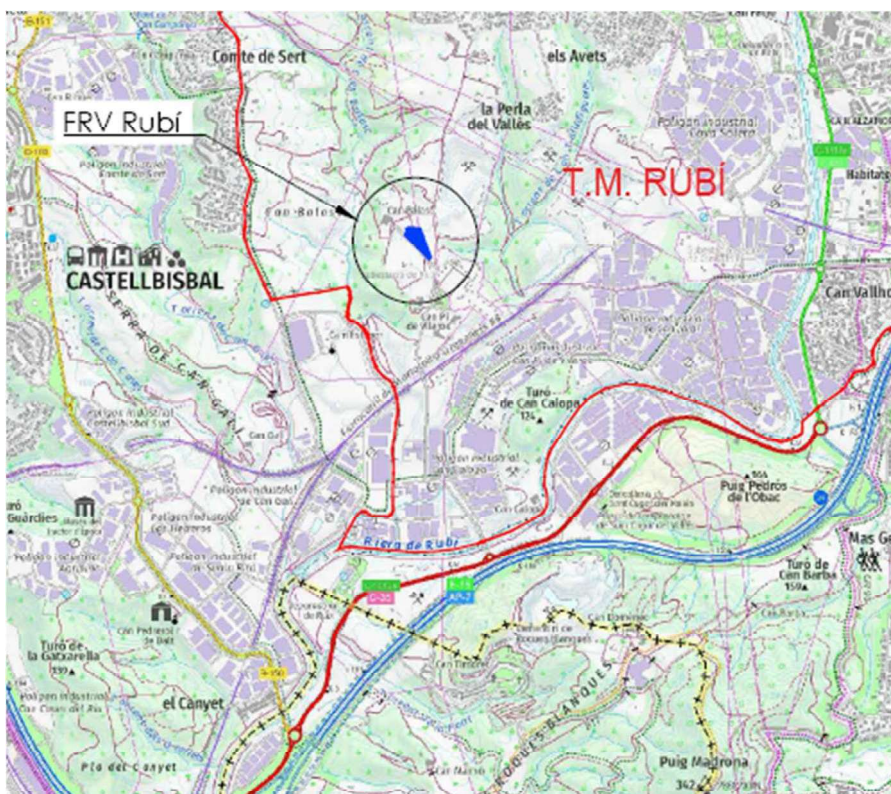


Imagen 1: Ubicación del sistema de almacenamiento eléctrico FRV RUBÍ

2. OBJETO

El objeto de la presente documentación es la presentación de la modificación del **Proyecto Ejecutivo del Sistema de Almacenamiento Eléctrico FRV Rubí de 48,93MW** para solicitar la AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA Y DE CONSTRUCCIÓN, además de la petición de la DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA del proyecto.

El presente proyecto pretende definir las características de la instalación, el emplazamiento de los equipos, el trazado de las líneas eléctricas y la evacuación mediante conexión a red de transporte.

Se aportan las correspondientes separatas para los distintos organismos afectados y la pertinente documentación ambiental y urbanística de acuerdo con la normativa de aplicación.

La modificación del proyecto presentado en Octubre de 2024 con FUE-2024-04125425 consiste en un cambio de ubicación del mismo sistema de almacenamiento manteniendo los mismos equipos.

Esta reubicación consiste en el acercamiento de la planta que reducirá la longitud de la línea de evacuación de 2.570 m a 95m i evitará un tramo aéreo de 127m.

Así mismo, esta reubicación sitúa la parcela de la instalación entre la SE de REE existente y la nueva SE Colectora de promotores, consiguiendo una alternativa cercana a subestaciones transformadoras, que evita un modelo disperso de implantación de estas instalaciones y la creación de nuevas líneas de evacuación.

La siguiente imagen muestra ubicación de la propuesta antigua para la ubicación y la línea de evacuación y las nuevas propuestas

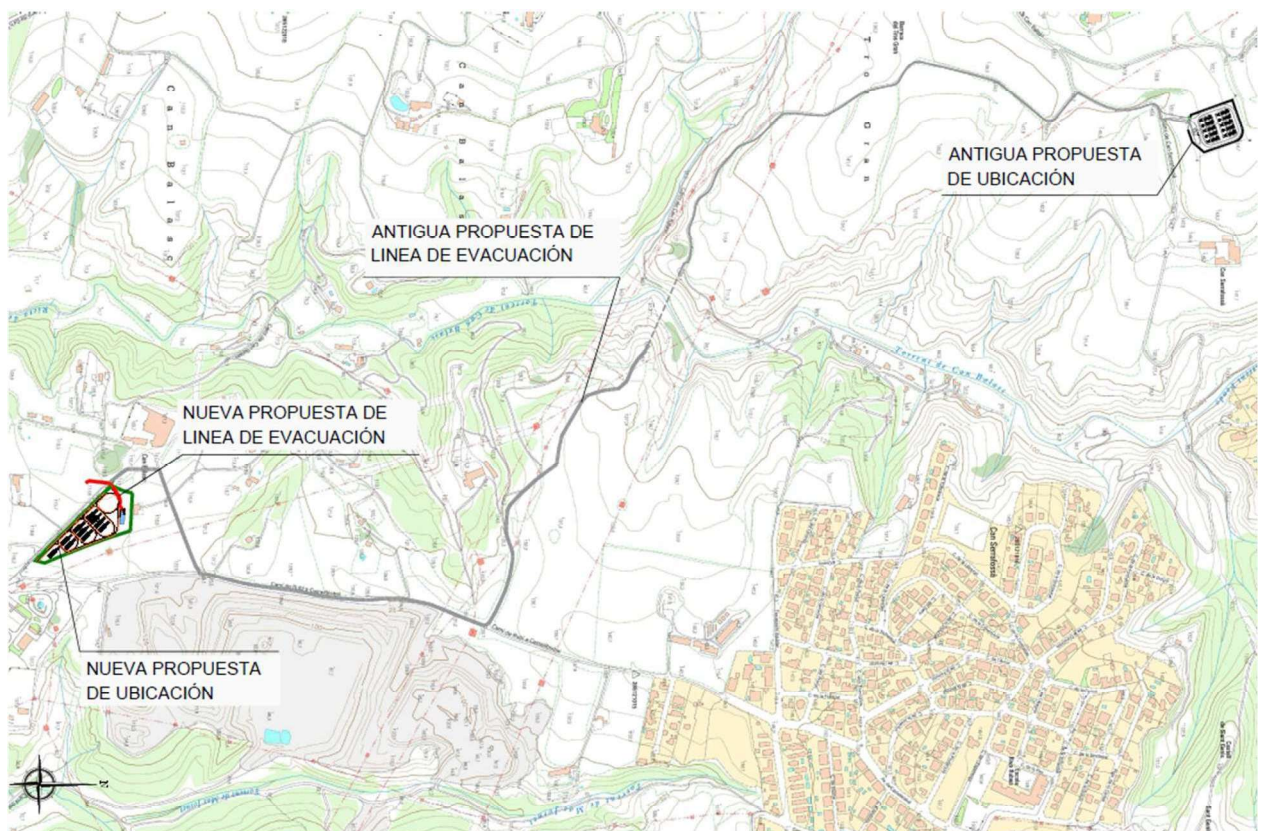


Imagen 2: Cambio de ubicación del sistema de almacenamiento eléctrico FRV RUBÍ

3. DATOS GENERALES

Se trata de un sistema de almacenamiento eléctrico capaz de almacenar energía en periodos de baja demanda y generar energía cuando ésta es más necesaria, manteniendo el sistema eléctrico estable, y permitiendo una mayor penetración de energías renovables al sistema.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los datos generales del proyecto que se describe en esta memoria:

NOMBRE DE LA INSTALACIÓN	Sistema de almacenamiento eléctrico FRV RUBÍ
TITULAR	FRV Robles SL
CIF	B42860049
TECNOLOGÍA DE LA INSTALACIÓN	Baterías LFP
NUDO AL QUE SE CONECTARÁ	SET RUBÍ
POTENCIA DE LA INSTALACIÓN (kW)	48.930
ENERGÍA ACUMULABLE (kWh)	194.748
PROVINCIA	Barcelona
TERMINO MUNICIPAL	RUBÍ
PERSONA DE CONTACTO	Josep Maria Grau Rivera
CORREO ELECTRÓNICO DE CONTACTO	jgrau@efener.com
DIRECCIÓN DE CONTACTO	C/ Antoni Bell 2, P3 D1 08174 Sant Cugat
TELÉFONO DE CONTACTO	93 2016562 / 686 979890
POTENCIA DE CONEXIÓN CENCEDIDA	49.000 kW

Tabla 1: Datos de la instalación

3.1. COORDENADAS UTM DE LA PLANTA.

Las coordenadas UTM de los vértices del sistema de almacenamiento son:

COORDENADAS SAE FRV RUBÍ		
Vértice	Coordenadas UTM (Huso 31 - ETRS89)	
	X	Y
A	416.981	4.592.066
B	417.084	4.592.060
C	417.135	4.591.924
D	417.131	4.591.910

A continuación, se adjunta imagen de la planta general de la instalación:

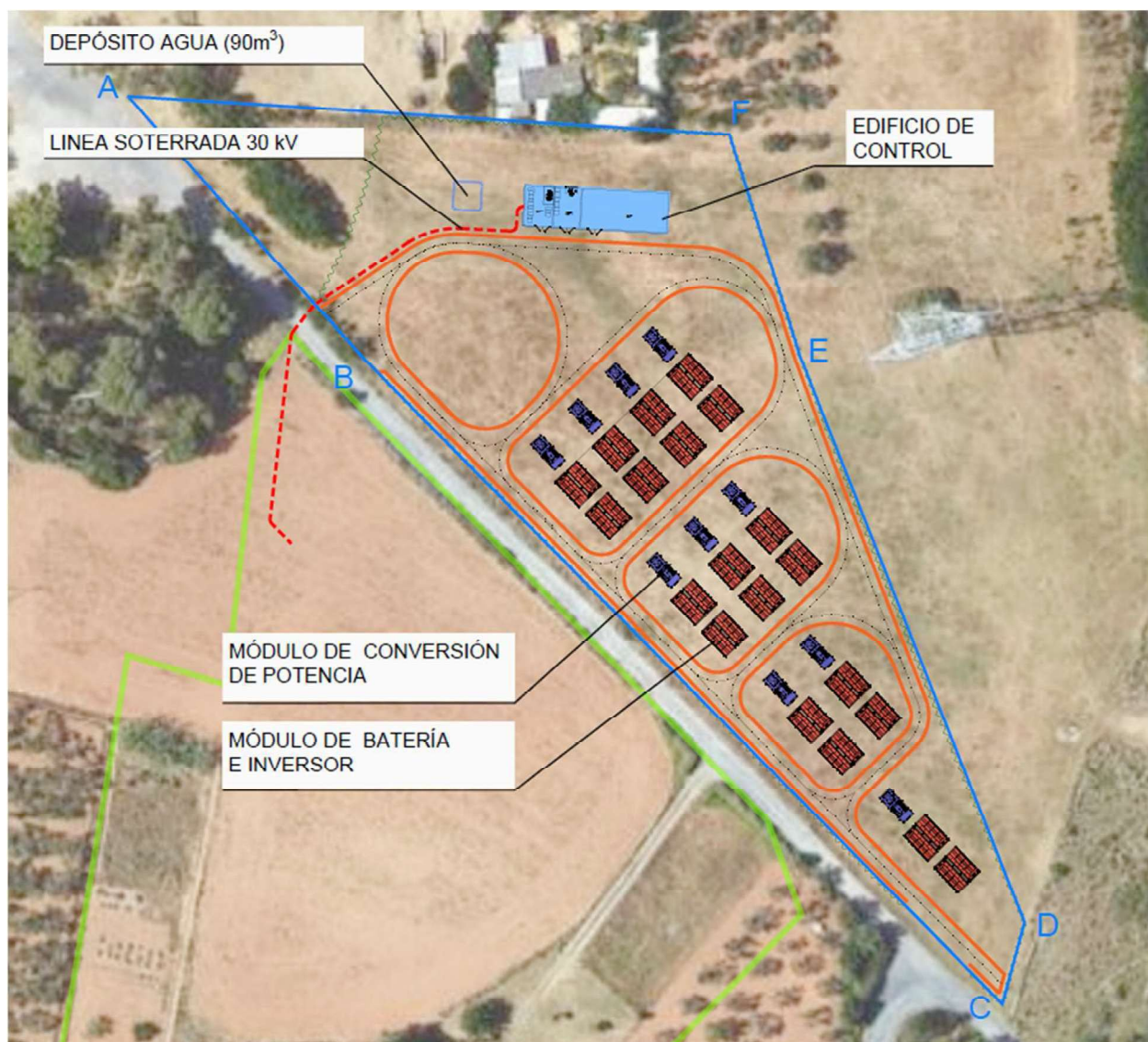


Imagen 3: Planta general Sistema de Almacenamiento Eléctrico FRV Rubí

NORMATIVA LEGAL

En la redacción de la presente documentación se han tenido en cuenta las normas y reglamentos que a continuación se indican.

3.2. NORMATIVA SECTORIAL

- ✓ Resolución de 27 de Diciembre de 2024 de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de generación a la red de transporte y a las redes de distribución (RDC/DE/002/24).
- ✓ Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- ✓ Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Publicado en: «BOE» núm. 340, de 30 de diciembre de 2020
- ✓ Real Decreto-ley 23/2020 de 23 de Diciembre, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- ✓ Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- ✓ Real Decreto 413/2014, de 6 de Diciembre, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- ✓ Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- ✓ Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- ✓ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- ✓ Orden Ministerial de 17 de diciembre de 1998, por la que se modifica la de 29 de diciembre de 1997, que desarrolla algunos aspectos del Real Decreto

2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica

- ✓ Orden Ministerial de 29 de diciembre de 1997, por la que se desarrollan algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- ✓ Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- ✓ Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de Diciembre de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- ✓ Ley 54/1997, de 27 noviembre, del Sector Eléctrico.
- ✓ DECRETO 30/2015, de 3 de marzo, por el que se aprueba el catálogo de actividades y centros obligados a adoptar medidas de autoprotección y se fija el contenido de estas medidas.

3.3. OBRA CIVIL I ESTRUCTURAS

- ✓ Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- ✓ Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ✓ Real Decreto 1797/2003, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-03.
- ✓ Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio de 2.008, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- ✓ Pliego de Prescripciones Técnicas Generales PG-3/75, aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976, y sus revisiones posteriores.
- ✓ Real Decreto 956/2008, de 6 de Diciembre, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- ✓ PG 3-4/88 y sus revisiones de Ministerio de Fomento

3.4. 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 de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCRAT 01 a 23.
- ✓ Real decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- ✓ Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT.
- ✓ Orden de 6 de julio de 1984, del Ministerio de Industria y Energía, por la que se aprueban las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (MIE-RAT) .
- ✓ Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- ✓ Obtención de la condición de Auto generador Eléctrico (Orden Ministerial de 7 de julio de 1982).
- ✓ Relaciones Técnicas y Económicas entre Auto generadores y Empresas Eléctricas (Orden Ministerial de 7 de julio de 1982).
- ✓ Normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985).

3.5. SEGURIDAD Y SALUD

- ✓ Real Decreto 286/2006, de 10 de Marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- ✓ Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- ✓ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- ✓ Real Decreto 614/2001, de 8 de Diciembre, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ✓ Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa arte. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- ✓ Real decreto 1627/97, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- ✓ Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- ✓ Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que comporte riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- ✓ Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los puestos de trabajo.

- ✓ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- ✓ Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ✓ Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971), en los capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/1995.
- ✓ Real Decreto 39/1997 de los Servicios de Prevención.

3.6. NORMATIVA AMBIENTAL I URBANÍSTICA

- ✓ Plan de ordenación urbanística municipal (POUM) del municipio de Rubí aprobado en 1981 y las posteriores modificaciones.
- ✓ Ley 21/2013, de diciembre de 2013, de evaluación ambiental (BOE núm. 296 11/12/2013)
- ✓ Ley 6/2009, de 28 de abril, de evaluación ambiental de planes y programas.
- ✓ Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de prevención y control ambiental de las actividades
- ✓ Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- ✓ Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de octubre, de modificación del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Diciembre, de evaluación de impacto ambiental.
- ✓ Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- ✓ Decreto 114/1988, de 7 de abril, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- ✓ Decreto 78/2002 de 5 de marzo, del Reglamento de protección del patrimonio arqueológico y paleontológico.

- ✓ Decreto Legislativo 1/2010 y Ley 6/2009, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de urbanismo
- ✓ LEY 3/2012, de 22 de febrero, de modificación del texto refundido de la Ley de urbanismo, aprobado por el Decreto legislativo 1/2010, de 3 de agosto.
- ✓ DECRETO 64/2014, de 13 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la legalidad urbanística.
- ✓ Ley 5/2003, de 22 de abril, de medidas de prevención de los incendios forestales en las urbanizaciones, núcleos de población, edificaciones e instalaciones situados en terrenos forestales
- ✓ Ley 6/2001, de 31 de mayo, de ordenación ambiental del alumbrado para protección del medio nocturno
- ✓ Decreto 190/2015, de 25 de agosto, de desarrollo de la Ley 6/2001, de 31 de mayo

4. PETICIONARIO Y PROMOTOR

El Peticionario y Promotor de las obras es FRV ROBLES SL, Con CIF B42860049 y domicilio social en Calle María de Molina, 40 pl. 5 28006 (Madrid).

5. UBICACIÓN

5.1. SITUACIÓN GENERAL

La instalación de almacenamiento eléctrico con baterías FRV RUBÍ está situada en la comarca del Vallés Occidental, dentro del término municipal de Rubí.

El proyecto se ubica en una parcela sin pendiente de 1,45 ha, de las cuales ocupará 0,81 ha.

La instalación de los equipos del sistema de almacenamiento y la línea de evacuación quedan fuera de ninguna zona de especial protección natural.

La evacuación se realizará mediante una línea soterrada para evitar impacto paisajístico sobre el territorio.

La conexión de la instalación para el acceso a la red eléctrica se realiza mediante una línea enterrada de media tensión de 95 m hasta la nueva Subestación Promotores Rubí 400/30kV, que reúne a varios promotores que evacúan al nudo de REE Rubí 400. La conexión entre esta subestación colectora y el nudo de REE se realizará mediante línea enterrada de 400kV.

Toda la acometida será enterrada por viales públicos hasta la conexión con la red de transporte de REE.

Tanto la nueva Subestación Promotores Rubí 400/30kV como la línea de 400 kV de conexión hasta la SE Rubí 400 quedan fuera del alcance del presente proyecto, se describen y detallan sus características en un proyecto independiente.

5.2. ACCESO A LA INSTALACIÓN

El acceso a la planta de almacenamiento se realiza a través del Carrer Puig i Cadafalch, que nace en la Avinguda de Gaudí y conecta directamente con la carretera C-1413a.

El camino de acceso se encuentra en buenas condiciones y no se prevé realizar ninguna modificación más allá de mejorar la banda de rodadura en algún tramo para facilitar el paso de los camiones que transporten los equipos principales.

Se muestra una imagen del acceso programado:

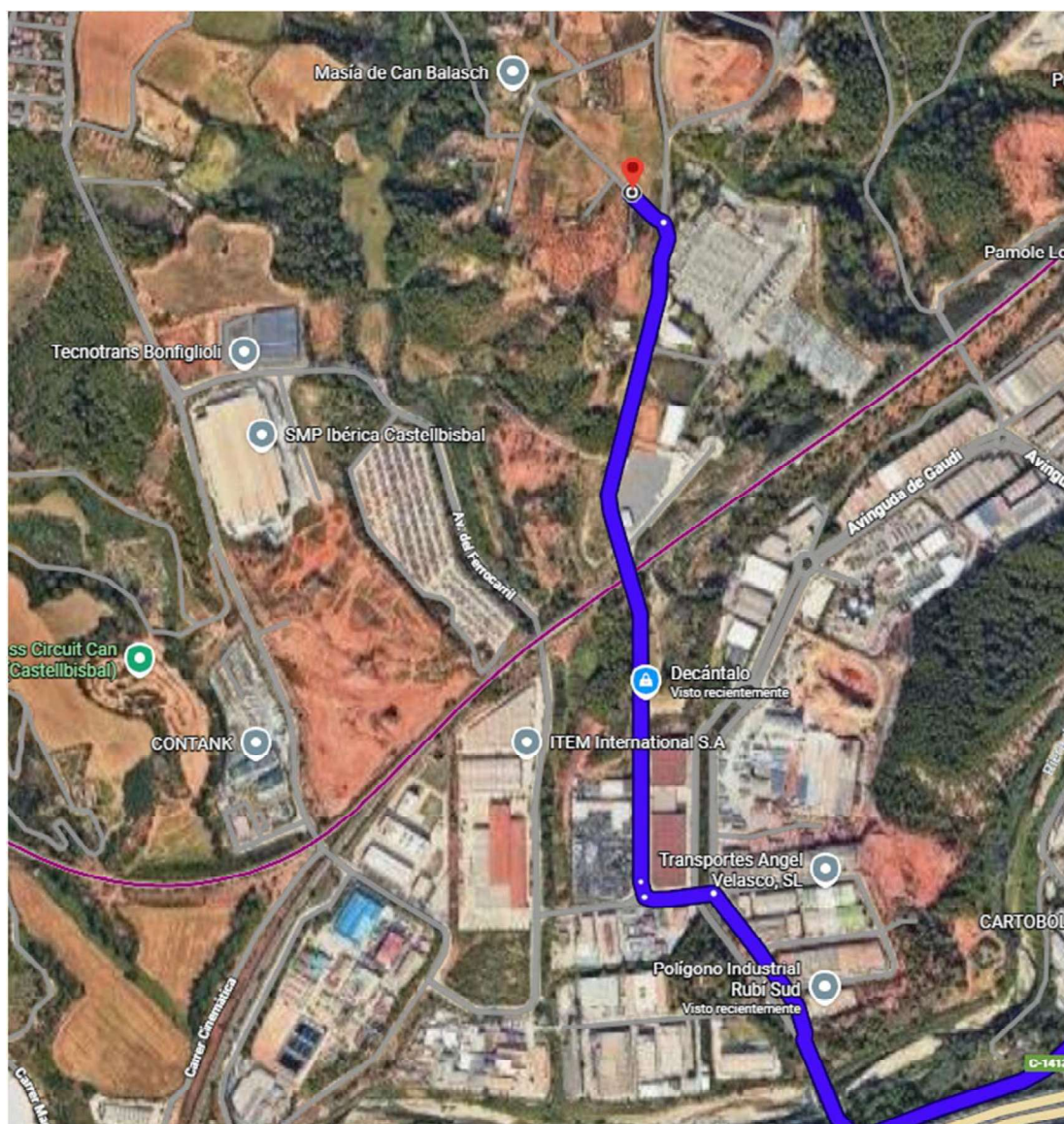


Imagen 4: Accesos previstos en Sistema de Almacenamiento Eléctrico FRV Rubí

Así pues, no se requiere la pavimentación de ningún camino y en el caso de una eventual adecuación, se realizará con subbase natural o material seleccionado de la zona, evitando el uso del asfalto. En caso de que sea necesario restituir la vegetación de los márgenes, se revegetarán con vegetación autóctona.

En ningún caso se afectan elementos del patrimonio cultural ni márgenes de piedra seca.

Dentro de la superficie ocupada por la instalación se realizarán viales para el paso de los vehículos necesarios para la construcción y mantenimiento de la misma.

5.3. PARCELAS AFECTADAS

Las parcelas afectadas por las instalaciones del presente proyecto se describen a continuación con su tipología y superficie de afectación:

FINCA	MUNICIPIO	REF. CATASTRAL	POLIGONO	CLASE	PARCELA	SUPERFICIE OCUPACIÓN (m²)
1	RUBI	08183A01500004	15	RÚSTICA	4	1386,98
2	RUBI	08183A01509003	15	RÚSTICA	9003	206,43
3	RUBI	08183A01500003	15	RÚSTICA	3	5860,93
4	RUBI	08183A01509001	15	RÚSTICA	9001	4,27
5	RUBI	08183A01500023	15	RÚSTICA	23	37,73

5.4. SERVICIOS URBANÍSTICOS EXISTENTES

El SAE FRV Rubí, se ubica en una parcela de suelo agrario que no dispone de servicios urbanísticos y, por lo tanto, no hay ninguna afectación de este tipo.

6. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN Y DISEÑO

6.1. CRITERIOS GENERALES

Se busca aprovechar emplazamientos técnicamente aptos, donde se optimice al máximo el espacio disponible, para crear sistemas compactos que tengan poca afectación en el territorio.

A nivel de diseño se busca, en la medida de lo posible, un tipo de implantación que requiera del mínimo de movimientos de tierra, y que pueda adaptarse a la orografía. En este caso se trata de una parcela suficientemente plana para no requerir movimiento

de tierras más allá de un acondicionamiento superficial y de la excavación para realizar las bancadas de los equipos principales.

Esta modificación de proyecto consiste en una reubicación de la instalación para acercarla al punto de conexión consiguiendo los siguientes objetivos:

- Reducción de la longitud de la línea de evacuación, que pasa de tener 2.570 m a 95 m y evita un tramo aéreo de 127m.
- Se ubica entre dos subestaciones eléctricas dentro de una zona antropizada, evitando la dispersión territorial de instalaciones eléctricas

En cuanto a la nueva construcción de las salas de MT, BT y control, para minimizar el impacto visual y la alteración del terreno, se concentra en un solo edificio. Este edificio se acabará con un enfoscado y pintado con un color acorde con el entorno.

En este sentido se destacan los siguientes puntos relevantes por su implantación:

6.2. MANTENIMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA

El proyecto previsto permite compatibilizar la actividad agrícola de la parcela basada en el cultivo de campos. De esta forma se minimiza la pérdida de terrenos de cultivo en la zona.

Cabe destacar que los suelos escogidos son de baja aptitud agrológica, adecuados por tanto para esta actividad.

6.3. CONSERVACIÓN DE LAS RIERAS Y/O TORRENTES

Cabe remarcar también que no se altera la orografía del terreno para la implantación de los equipos de forma que no se afecta al curso del agua de ninguna riera y/o torrente.

6.4. CIERRE PERIMETRAL

Se prevé la instalación de una valla perimetral para proteger los recintos de la instalación de almacenamiento. Se trata de cierre cinético, no opaco, que permite el paso de la fauna local. Además, constituye también un elemento disuasorio de actos de vandalismo y robo.

La valla tendrá una altura no superior a 2m y constará de una malla con las dimensiones adecuadas tanto para el paso de fauna como para garantizar que se tiene en cuenta la minimización de riesgo de lesiones en la avifauna debido a colisiones.

Se evitará el uso de cables tensores inferiores, así como la cimentación con bloque de hormigón en la parte inferior y/o dado de hormigón, siempre y cuando lo permitan las características del terreno.

Se evitará también el uso de elementos punzantes que puedan causar heridas en la fauna.

Se elegirá una malla y conjunto de materiales que tengan una gama de colores que garanticen la mayor integración paisajística posible para minimizar su impacto visual.

En la parte exterior de la malla se realizará una plantación arbustiva que minimice el impacto visual de la instalación.

6.5. DRENAJE DE LA PARCELA

No se prevén movimientos de tierras que alteren el sistema de drenaje actual de cada una de las parcelas a ocupar, tal y como se muestra en el plano 3.1.3 del presente proyecto, que hace referencia a las pendientes del terreno y escorrentías. Por otra parte, la disposición de los diferentes elementos que conforman la instalación no afecta tampoco al relieve del terreno, respetando siempre las líneas de evacuación del drenaje natural.

En fase de obra, en caso de que sea necesaria la utilización de cuneta de recogida de aguas, ésta será filtrante para mantener la permeabilidad del suelo y en ningún caso será de hormigón.

6.6. PAVIMENTO

En el área donde se ubicará la instalación comprendida dentro del vial de servicio, se acondicionará el suelo para permitir los trabajos de instalación y mantenimiento.

Este acondicionamiento consistirá en la aportación de una capa de zahorra natural 60/80 para la subbase y 25 para la base, con un espesor medio de 30 cm. Las zahorras aportadas se compactarán hasta un 95% del Proctor Modificado

Este tipo de pavimento permitirá la realización de los trabajos y la permeabilidad del terreno.

6.7. MEDIDAS PROTECTORAS DE LA FAUNA

El proyecto no afecta a ningún hábitat asociado a fauna protegida, vulnerable, rara y/o de interés tal y como se indica en el Anexo de compatibilidad ambiental, cultural, urbanística, paisajística y agrícola del SAE FRV Rubí y en el PAE.

6.8. TIPOLOGÍA DE LAS INSTALACIONES

Los principales elementos que componen la instalación son los siguientes:

- ✓ baterías de almacenamiento de energía, son el equipo principal de la instalación y almacenan energía eléctrica en corriente continua para cederla posteriormente.
- ✓ Inversores, se encargan de transformar la energía de corriente continua a corriente alterna o viceversa, dependiendo de si las baterías se están

descargando o cargando respectivamente. Las baterías y los inversores se ubicarán dentro de un mismo módulo.



Imagen 5: Módulo de baterías e inversores

- ✓ Transformadores de potencia, se encargarán de transformar la tensión de salida de los inversores a 690V hasta 30.000 V.
- ✓ Celdas de media tensión, equipadas con los interruptores de maniobra y protecciones de media tensión. Los transformadores y las cabinas están alojados en el mismo módulo(módulo de transformador).

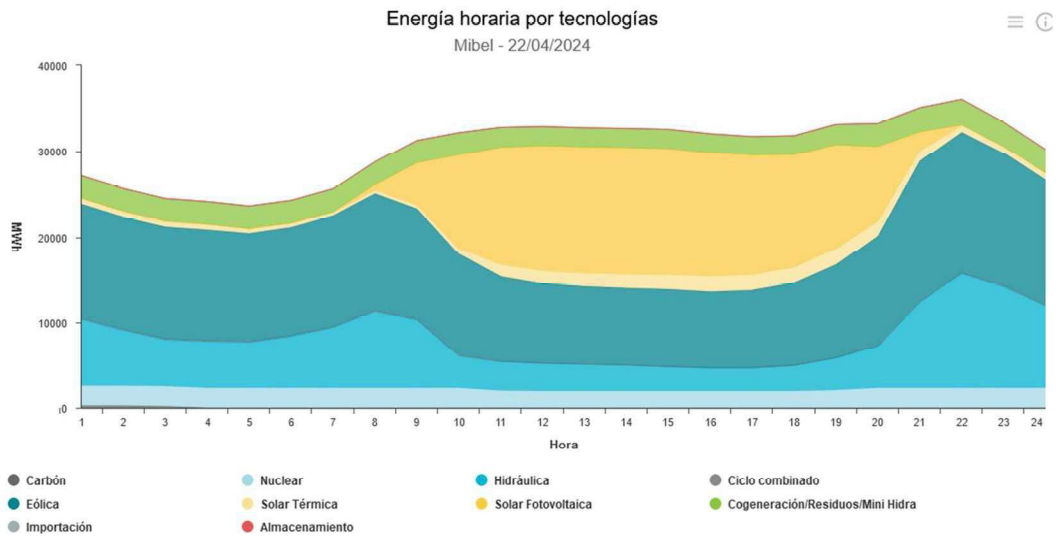


- ✓ Centro de reparto. Tendrá la función de “unificar” las líneas provenientes de los inversores en una única línea de evacuación.

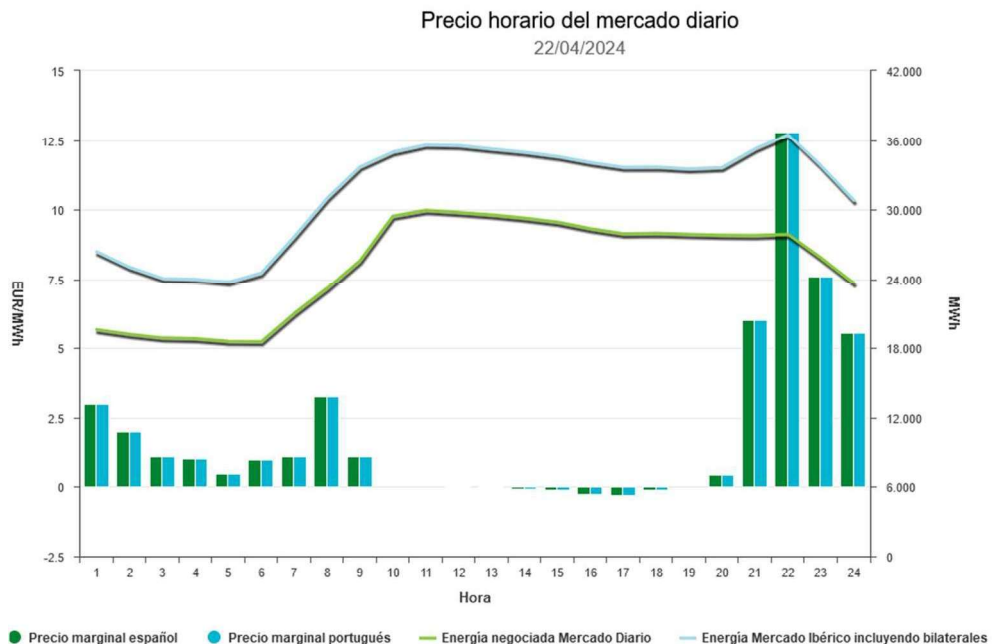
6.9. ESTUDIO DEL POTENCIAL DE CONSUMO/GENERACIÓN

La filosofía de funcionamiento del sistema de almacenamiento eléctrico es acumular energía eléctrica proveniente de la red durante las horas de mayor producción de energía para cederla posteriormente.

Este ciclo de carga y descarga sigue un patrón diario que se ve afectado por las horas en la que la producción de energía fotovoltaica es mayor, la siguiente gráfica indica la producción horaria por tecnologías de un día laborable:



Esta curva de generación influye en el precio del mercado diario hasta tal punto en que, durante las horas de mayor producción fotovoltaica, el precio del mercado llega a valores de 0 €/MWh (e incluso valores negativos). La siguiente gráfica muestra el precio horario en el mercado diario para el mismo día:



Esta situación genera que, en determinadas situaciones, sea necesario parar plantas de generación de energía eólica o fotovoltaica por restricciones de la red, y que el precio del mercado no responda a un valor de generación razonable.

La instalación de almacenamiento eléctrico tendrá la función de almacenar energía durante las horas de mayor producción para cederla cuando esta descienda. Esta funcionalidad conllevará una gestionabilidad de las energías renovables, que permitirá una mayor cuota de generación de las mismas, aportando una mayor penetración de renovables en el sistema eléctrico y una mejora de la estabilidad de la red.

En concreto, el sistema de almacenamiento tendrá la capacidad de almacenar o ceder **194,748 MWh cada 4 horas**, absorbiendo o cediendo una potencia máxima de **48,93 MW**.

7. INSTALACIONES DEL PROYECTO DE ALMACENAMIENTO

7.1. GENERAL

El sistema de almacenamiento eléctrico de FRV Rubí y su infraestructura de evacuación se ubican en el municipio de Rubí.

El sistema está formado por 10 grupos, con dos tipos de grupo distintos:

- Grupo tipo 1: formado por 3 módulos ST5015UX-4H + 1 módulo ST4175UX-4H
- Grupo tipo 2: formado por 4 módulos ST5015UX-4H

Los 10 grupos estarán formados por 7 grupos tipo 1 que tendrán una capacidad para generar y/o almacenar una potencia de 4,83 MW/grupo durante 4 horas y por 3 grupos tipo 2 que tendrán una capacidad para generar y/o almacenar una potencia de 5,04 MW/grupo durante 4 horas. El grupo tipo 1 puede almacenar/entregar una energía de 19,224 MWh cada cuatro horas y el grupo tipo 2 puede almacenar/entregar una energía de 20,06 MWh.

Cada grupo está formado por los siguientes equipos:

- 4 módulos de baterías e inversor.
- 1 módulo de transformador y cabinas de media tensión.

En total, el sistema de baterías estará formado por 40 módulos de baterías e inversor, y 10 módulos de transformador y cabinas de media tensión.

A continuación, se describen las características de los equipos principales del sistema de almacenamiento.

7.2. BATERÍAS

Las baterías a instalar serán del tipo LFP (litio-ferro fosfato) y se encargarán de almacenar la energía eléctrica. Estas baterías se ubican dentro de un módulo con una carcasa metálica. Se prevé dos tipos de baterías con los siguientes datos técnicos:

Tipo 1:

Marca	Sungrow
Modelo	PowerTitan 2.0 ST5015UX-4h
Tipo de celda	LFP 3.2 V / 314 Ah
Nº de celdas	4.992
Capacidad nominal	5.015 kWh
Tensión nominal salida	1.123,2 V – 1.497,6 V

Tipo 2:

Marca	Sungrow
Modelo	PowerTitan 2.0 ST4175UX-4h
Tipo de celda	LFP 3.2 V / 314 Ah
Nº de celdas	4.160
Capacidad nominal	4.179 kWh
Tensión nominal salida	1.123,2 V – 1.497,6 V

En total se instalarán un total de 40 módulos de baterías de los cuales 7 serán del modelo ST4175UX-4H y 33 módulos del modelo ST5015UX-4H. Totalizarán una capacidad de almacenaje de 194,748 MWh, con capacidad para entregar una potencia de 48,93 MW.

Tabla resumen de POTENCIA:

Módulo	Potencia unitaria	Nº módulos	Total
ST4175UX-4H	1.050 kVA	7	7.350 kVA
ST5015UX-4H	1.260 kVA	33	41.580 kVA
TOTAL POTENCIA			48.930 kVA

Tabla resumen de ENERGÍA:

Módulo	Energía unitaria	Nº módulos	Total
ST4175UX-4H	4.179 kWh	7	29.253 kWh
ST5015UX-4H	5.015 kWh	33	165.495 kWh
TOTAL ENERGÍA			194.748 kWh

Estos módulos de baterías también alojarán los inversores que se describen a continuación.

7.3. INVERSORES

Las baterías almacenen la energía eléctrica en corriente continua a una tensión nominal comprendida entre 1.123 y 1.498V

Para poder ser inyectada en una red eléctrica de corriente alterna se hace uso de los llamados inversores u onduladores. Éstos serán de tipos y características específicas para un sistema de conexión a la red, de tensión y frecuencia dado. La creación de armónicos estará comprendida dentro de los límites fijados en la guía sobre calidad de onda de las redes UNESA y según la norma CEI 1000-3-2.

Estos inversores irán ubicados en la parte inferior del módulo de baterías.

La tensión de salida de los inversores será de 690V en corriente continua. Habrá 7 módulos que dispondrán de 5 inversores, con una potencia de salida de cada módulo de 1.050 kVA, y 33 módulos que dispondrán de 6 inversores, que totalizarán una potencia de salida de cada módulo de 1.260 kVA.

La suma de las potencias totales de los 40 módulos de inversor será de 48.930 kW.

Los módulos que albergarán las baterías y los inversores tendrán unas dimensiones de 6.058 x 2.893 x 2.438 mm y una masa de 42.000 kg.

7.4. MÓDULOS DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA

En la salida de los inversores, la electricidad tiene una tensión de 690 V de corriente alterna. Para poder inyectar la energía eléctrica a la red de Media Tensión se debe elevar hasta una tensión de 30.000 V. Los módulos de transformador de potencia serán los encargados de realizar esta conversión.

Los módulos de control de potencia albergarán:

- El cuadro eléctrico de BT para protección del cableado entre el módulo de baterías y el propio módulo de control de potencia.
- Transformador de BT/MT para elevar la tensión de salida de los inversores de 690V a 30.000V

Cada uno de los transformadores recibirá la energía eléctrica de 4 módulos de inversor, tendrá una potencia nominal de 5.140 kVA.

Los transformadores serán de aceite y refrigeración por tiro natural (ONAN), y el grupo de conexión será Dy11

- Celdas de media tensión para protección de las líneas de MT de salida del módulo de control de potencia hasta el centro de reparto.

El sistema de almacenamiento FRV RUBÍ dispondrá, por lo tanto, de 10 módulos de transformador de potencia que totalizarán 51.400 kVA.

Las dimensiones de los módulos de transformador de potencia será la misma que la de los módulos de baterías y su masa será de 18.000 kg.

7.5. EDIFICIO DE CONTROL

Para conectar las cuatro salidas de los módulos de transformador de potencia a la línea de evacuación se construirá un edificio destinado a albergar un centro de reparto que ubicará:

- 10 celdas de MT de entrada de las líneas que provienen de los módulos de transformador.
- 1 celda de salida para conectar con la línea de evacuación.
- 1 Celda de protección del transformador de Servicios Auxiliares.
- 1 celda de medida y auxiliares.

La sala dispondrá de espacio de reserva para dos celdas de línea, en previsión de una futura hibridación con una planta solar fotovoltaica.

Estas 13 celdas de MT se ubicarán dentro de una Sala de AT con espacio suficiente para albergar el transformador de servicios auxiliares.

Este transformador tendrá la función de alimentar en BT a 400/230V los servicios auxiliares del sistema de almacenamiento (sistema de control, alarmas, tomas de corriente, iluminación...). El transformador tendrá las siguientes características:

Potencia	400 kVA
Relación de transformación	30.000/400 V
Grupo de conexión	Dyn11

Se utilizará el mismo edificio para albergar la sala de Baja tensión y control de la instalación. En esta sala se ubicarán los cuadros de BT y control.

Las dimensiones y ubicación del centro de reparto se definen en los planos.

7.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT

7.6.1. Cableado eléctrico de corriente continua

El cableado eléctrico en corriente continua unirá las baterías con los inversores. Este cableado vendrá realizado por el suministrador del módulo baterías-inversor y queda fuera del alcance de este proyecto.

7.6.2. Cableado de corriente alterna

El cableado de baja tensión de corriente alterna, unirá a cada inversor con el módulo de transformador que tenga asociado.

El cableado discurrirá enterrado utilizando las zanjas definidas en los planos.

El tipo de cable utilizado será de cobre, con aislamiento 0,6/1 kV.

Se instalará cable con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta de policloruro de vinilo para uso en instalaciones fijas, según UNE 21123-2. Este cableado suele recibir la nomenclatura de RV-K.

El cableado interior tendrá las longitudes y secciones que se especifican en el anexo de cálculos justificativos y será mayoritariamente de cobre.

7.6.3. Cajas de conexión y protección

El módulo de transformador dispondrá de un armario de protección para las líneas de corriente alterna que llegarán de los diferentes inversores. Se prevé dotar a cada línea

de protección magnetotérmica y diferencial, así como de protección de sobretensiones.

7.6.4. Puesta a tierra

La puesta a tierra se establece principalmente a fin de limitar la tensión que, en lo que respecta al suelo, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

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

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

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta forma a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto en el suelo y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones distinguidas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Se construirá una red de tierra en la parcela del sistema de almacenamiento aprovechando la zanja de cable a construir. Se utilizará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

La instalación se completará con picas de acero recubierto de cobre en caso de ser necesario para mejorar la conductividad. Se unirán a la red de tierras mediante cable de cobre de la misma sección y soldadura aluminotérmica.

7.6.4.1. Uniones a tierra

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se podrán utilizar electrodos formados por:

- Barras y tubos;
- platinas y conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidas por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y profundidad de soterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m..

7.6.4.2. Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la siguiente tabla. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe	25 mm ² Cu 50 mm ² Fe

Tabla 2: Datos red de tierras

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctos. Se debe vigilar, especialmente, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

7.6.4.3. Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra se debe prever un borne principal de tierra, al que deben unirse los siguientes conductores:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Se debe prever sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, debe ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

7.6.4.4. Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente a las masas de una instalación con la borna de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la siguiente tabla:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f < 16$	S_f
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

Tabla 3: Datos de conductores de protección

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multi conductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato podrá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben conectarse en serie en un circuito de protección.

7.6.4.5. Conductores de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad deberá tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de ambos.

7.6.4.6. Resistencia de las tomas de tierra

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento húmedo
- 50 V en los otros casos

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

7.6.4.7. Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por el otro circula la máxima corriente de defecto en el suelo prevista.

7.6.4.8. Revisión de las tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en servicio o en funcionamiento.

En los lugares que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

Se dispondrá en un lugar adecuado, y cercano a la C.G.P. una toma de tierra compuesta por un fregadero de cobre clavado verticalmente, con una longitud no inferior a 2 m, y un diámetro mínimo de 14 mm. Su instalación se llevará a cabo según las instrucciones ICT-BT-18 del reglamento, la puesta a tierra tendrá una línea de tierra de enlace hasta el cuadro general de protección y medida. Dispondrá también de un dispositivo de conexión que permita tomar medidas de la resistencia al suelo. La sección de la línea será de 6 mm². La resistencia de tierra no será superior a 10 Ω.

7.6.5. Protección contra sobreintensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobre intensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobre intensidades previsibles. Las sobre intensidades pueden estar motivadas por:

- Sobreagregas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento.
 - Cortocircuitos.
 - descargas eléctricas atmosféricas.
- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor quedará en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección estará constituido por un interruptor automático de corte omipolar con curva térmica de corte y de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará acorde con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, sin embargo, que cuando se trate de circuitos derivados de un principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460-4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión. Las protecciones de la interconexión se describen en el apartado 5.4

7.6.5.1. Protecciones ubicadas en el cuadro general

- Protección magnetotérmica
- Protección diferencial con una sensibilidad de 30 mA
- Fusibles de protección

7.6.6. Protección contra sobretensiones.

7.6.6.1. Categorías de les sobretensiones.

Para la protección de sobrecargas y cortocircuitos, se instalarán fusibles APR generales y un interruptor magneto térmico calibrado en la sección del cableado. Se dispondrá también de otros elementos seccionadores para separar partes de la instalación para llevar a cabo mantenimiento o reparaciones (ITC-BT-22). Para la protección de descargas atmosféricas se utilizarán descargadores en tierra de clase C estratégicamente instalados con las siguientes características:

Protección	IP 20
Tiempo de respuesta	5 kV/ μ s : <25 ns
Corriente máxima de descarga	(8/20 / μ s) isg : 40 kA
Capacidad de corto circuito	10 kA

Nivel de protección para isn	1,4 kV
------------------------------	--------

Taula 4: Protección sobretensiones

Las categorías indican los valores de tensión soportada en la onda de choque de sobretensión que deben tener los equipos, determinando, al mismo tiempo, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de estos equipos.

Se distinguen 4 categorías distintas, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

Tensión nominal instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Categoría IV	categoría III	categoría II	categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690		8	6	4	2,5
1000					

Tabla 5: Categorías de tensiones

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a conectarse a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, a fin de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija ya otros equipos para los que se requiere un alto nivel de fiabilidad tales como los armarios de distribución, barras colectoras, aparamenta: interruptores, seccionadores, tomas de

corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobrintensidades, etc.).

7.6.6.2. Medidas para el control de las sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es necesaria la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es necesaria la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en la que es conveniente incluir dispositivos de protección para mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

7.6.6.3. Selección de los materiales en la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de forma que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, pueden utilizarse, no obstante:

- en situación natural cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

7.6.7. Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o enrollamiento entre sí de los conductores, deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre se tendrán que realizar en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

7.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA MT

La infraestructura eléctrica se divide en la propia del parque de almacenamiento energético mediante baterías y la necesaria para la evacuación de la energía hasta la Subestación Promotores Rubí 400/30kV.

En este apartado se describen las características de las infraestructuras propias del almacenamiento, hasta la llegada de la línea de 30kV a la subestación de 30/400kV.

7.7.1. Líneas subterráneas de interconexión

7.7.1.1. Características de los conductores

Se realizarán líneas de interconexión entre los módulos de transformador que recorren el parque e interconectarán éstos entre sí y con la sala de MT del centro de control. Estas líneas serán subterráneas, directamente enterradas, y estarán formadas por tres cables unipolares de aluminio, de campo radial, designación UNE HEPRZ1 18/30 kV.

El cable escogido es específico para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión, libre de halógenos y de alta seguridad (AS) no propagador del incendio. Las características técnicas de los cables previstos para la distribución en media tensión son las siguientes:

- Conductor: Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 e IEC 60228.
- Aislamiento: Etileno propileno de alto módulo (HEPR), reticulado en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección de 16 mm².

- Cubierta: Poliolefina ignifugada y libre de halógenos, de color rojo.
- Sección: Se utilizará la sección de 400 mm² y 630 mm² dependiendo del tramo.

Las principales características del cable se muestran según:

- | | |
|--|----------|
| • Naturaleza del conductor | Aluminio |
| • Tensión asignada del cable (U ₀ /O) | kV 18/30 |
| • Tensión máxima fases (U _m): | kV 36 |
| • Tensión a impulsos (U _p): | kV 170 |
| • Temperatura inicial del conductor en el c.c. (°C): | 90 |
| • Temperatura final del conductor en el c.c. (°C): | 250 |
| • Duración del cortocircuito en el conductor (s): | 1 |

7.7.1.2. Par máximo y esfuerzo de tiro durante el tendido

No podrá en ningún caso sobrepasarse el esfuerzo máximo de tracción que soporta el cable. Según esto la fuerza máxima de tracción en N/mm², será:

$$P = S \times \sigma$$

donde;

S, es el área de sección transversal del conductor en mm²

σ , es el esfuerzo de tracción máximo permitido y su valor es 3 daN/mm², para cables con conductor de aluminio debiendo mantenerse constante durante el tendido de estos.

Con ello, el esfuerzo máximo de tiro no deberá sobrepasar los 1.100 kg.

Con el fin de reducir el esfuerzo de tiro durante el tendido se impregnará la cubierta del cable de grasa neutra antes de introducirlo en el tubo. También se utilizarán rodillos a la entrada y a la salida de los tubos; estos rodillos se colocarán elevados respecto al tubo, para evitar el rozamiento entre cable y tubo.

7.7.2. Celdas de MT (30kV)

La distribución interior se realiza a 30 kV, por lo que será necesario disponer de celdas de media tensión en cada uno de los módulos de transformador que permita su

interconexión y adecuada protección, así como en el extremo de la sala de MT, para poder evacuar hasta la SE colectora.

Se utilizarán celdas prefabricadas con aislamiento integral en SF₆, diseñadas para su utilización en instalaciones interiores.

CARACTERÍSTICAS	UD.	Celda 30 kV.
Tensión nominal	kV	30
Tensión más elevada para el material	kV	36
Frecuencia nominal	Hz	50
Tensión soportada f.i.	kV	70
Tensión soportada rayo	kV	170
Intensidad nominal barras	A	630
Intensidad nominal pos. Línea	A	630 / 1.250 (*)
Intensidad nominal pos. Transf.	A	630 / 1.250 (*)
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA	31
Duración del defecto trifásico	s	1

(*)Las celdas del centro de control deberán ser de 1.250A. Las celdas ubicadas en los módulos de transformador podrán ser de 630A.

7.7.3. Sistema de Puesta a Tierra

Se dispone de una red de puesta a tierra formado por varias mallas de cable de cobre, así como varilla de 16mm de diámetro, a las que se hallan conectadas las carcasas de los transformadores, armarios metálicos de AT y BT y masas metálicas importantes. Está dimensionada de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento (Instrucción ITC-RAT-13).

Las nuevas cabinas se conectarán a la red de tierras existente mediante conductor de cobre desnudo de sección no inferior a los 50mm².

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

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.

- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falta a tierra.

Instrucciones generales de puesta a tierra:

Puesta a tierra de protección

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

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que se citan, entre otros, los siguientes elementos:

- a) Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- b) Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- c) Las puertas metálicas de los locales.
- d) Las vallas y las cercas metálicas.
- e) Los soportes, etc.
- f) Las estructuras y armaduras metálicas del edificio que contendrá la instalación de alta tensión.
- g) Los blindajes metálicos de los cables.
- h) Las tuberías y conductos metálicos.
- i) Las carcasas de los transformadores.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación, y entre ellos:

- a) Los neutros de los transformadores de potencia y los neutros de B.T. de los transformadores de S.A.
- b) Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- c) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Interconexión de las instalaciones de tierra

Las puestas a tierra de protección y de servicio están separadas.

8. OBRA CIVIL

8.1. GENERALIDADES

La obra civil de un sistema de almacenamiento eléctrico es reducida y está marcada básicamente por los condicionantes técnicos de transporte, cimentaciones de los módulos de baterías y módulos de transformador de potencia, y caseta para albergar la sala de MT (31 m²), BT y control (29 m²), y almacén (100 m²). Por otra parte, también es necesaria la realización de zanjas para cableado subterráneo.

La principal premisa en el diseño y ejecución de la obra civil es la minimización en la afectación al medio, sobre todo en aquellos sitios más sensibles. Esta minimización debe considerarse tanto para la fase de construcción (etapa más crítica) como para la fase de explotación, donde aspectos como un buen drenaje y mantenimiento de una capa vegetal adecuada para evitar la erosión, o aspectos relativos a la protección contra incendios, son muy relevantes para garantizar la conservación del medio.

Es también de relevancia la conservación cultural del entorno, evitando la afectación a elementos de patrimonio cultural existentes y realizando las correspondientes prospecciones en las áreas de actuación.

Se detallan a continuación algunos de los criterios generales a seguir en la ejecución de la obra civil:

- ✓ Priorización en la utilización de los accesos existentes con la adecuada mejora.
- ✓ Control topográfico de los límites de excavación y reducción al mínimo del uso de material de relleno por no modificar sustancialmente las características del sustrato.
- ✓ Reducir a lo estrictamente necesario el movimiento de tierras y la ocupación derivada de los trabajos de obra civil: apertura de viales, construcción de zanjas, explanaciones, cimentaciones, ...
- ✓ Proceder a una humectación continua, tanto de los acopios de tierra como de las zonas de explanación para evitar acumulaciones de polvo.
- ✓ Estabilizar inmediatamente los taludes, los terraplenes y los materiales movilizados, empleando mallas para evitar deslizamientos.

- ✓ Minimizar la compactación para facilitar recuperar la capa vegetal (o plantación prevista) con facilidad en aquellas zonas a restaurar.
- ✓ Recubrir con materiales procedentes de la excavación las zanjas y los taludes.
- ✓ Preservar la red hidrográfica superficial y proyectar un correcto drenaje que evite regueros y posible erosión del terreno.

8.2. ACCESOS

El acceso a la parcela se realiza mediante el camino adyacente a la misma. La ruta de acceso al mismo se define en el apartado 6.2 de esta memoria.

Este camino se encuentra en buen estado y no se prevé realizar ninguna actuación sobre el mismo, más allá de alguna actuación puntual para mejorar a nivel de banda de rodadura que facilite el paso de los camiones que transportarán los módulos

8.3. CENTRO DE REPARTO

El centro de reparto será un edificio independiente construido con bloques de hormigón y cubierta de teja a dos aguas. La terminación de las paredes será enfoscada y pintada con una gama de color claro - terroso.

Las puertas en tierra de protección y servicio adoptarán la configuración de "Tierras Separadas". Posteriormente se describe el cálculo de la protección de la Puesta a Tierra.

Cumplirá en todos sus puntos lo prescrito en la Instrucción Técnica Complementaria MIE RAT 14 "Instalaciones eléctricas de Interior", especialmente lo mencionado en el apartado 2, de CONDICIONES GENERALES PARA LOS LOCALES Y EDIFICIOS.

En referencia al párrafo anterior, los locales dispondrán de una puerta con apertura hacia el exterior del recinto de acceso de forma que quede permanente cerrado a las personas ajenas al servicio.

Según lo prescrito en la instrucción MIE RAT 14 apartado 5, los pasillos de servicio serán suficientes para permitir la fácil inspección de las instalaciones así como el libre movimiento de las personas.

Así, la anchura de los pasillos de servicio no será inferior a la que a continuación se indica según los casos:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado: 1,0 m.

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados: 1,2 m
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un lado: 0.8 m
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados: 1,0 m

En la parte inferior habrá un hueco practicable para el paso de cables.

8.3.1. Impermeabilidad

Los techos estarán diseñados de forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desagüe directamente al exterior desde el perímetro.

8.3.2. Grados de protección

Serán conformes a la UNE 20324/89 de forma que la parte exterior del edificio será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339. Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los siguientes:

8.3.3. Bases

La base del edificio estará formada por una solera de hormigón que dispondrá de una malla electrosoldada que garantizará la equipotencialidad del edificio. Esta solera dispondrá de canales para el paso de cables de MT a la entrada y salida de las celdas de MT, así como para el paso del cableado de BT y de control.

8.3.4. Paredes

Las paredes se construirán a partir de bloques de hormigón enfoscados por ambas caras, enfoscados y pintados.

8.3.5. Cubierta

La cubierta se realizará mediante un forjado a 2 aguas de viguetas y bovedillas impermeabilizado y recubierto con teja árabe. Estará diseñado para soportar cargas de 100 kg/m²

8.3.6. Rejas de ventilación

Las rejillas de ventilación del edificio estarán construidas en chapa de acero galvanizado a la que se aplicará una pintura epoxy poliéster. Estas rejillas estarán diseñadas y dispuestas sobre las paredes de forma que la circulación de aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformador. Todas las rejillas de ventilación irán provistas de una tela metálica mosquitera.

8.3.7. Puertas de acceso

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizada más pintura, las hará resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas llevarán bisagras para que se puedan abatir 180 ° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90 ° con un retenedor metálico.

El acceso a los centros estará restringido al personal de mantenimiento y al personal especialmente autorizado. Habrá una puerta peatonal. La ventilación será natural, previendo entradas del aire por la parte inferior de las rejillas de aireación, y salidas del aire por otras rejillas en la parte superior. Los huecos para esta ventilación estarán protegidos de forma que se impida el paso de pequeños animales, la introducción de objetos metálicos así como la entrada de agua; todo ello en cumplimiento de lo que prescribe la instrucción MIE RAT 14 punto 3.3

De acuerdo con lo prescrito en la instrucción MIE RAT 14 apartado 3.7, se dotará de señalización todos los elementos que lo necesiten según la mencionada instrucción, disponiendo asimismo las advertencias e instrucciones necesarias de forma que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión.

8.3.8. Protección contra incendios

La instalación de protección contra incendios que se proyecta es la correspondiente a lo exigido por la Instrucción técnica ITC-RAT-14 de instalaciones eléctricas de interior. Al ser un edificio destinado a alojar en su interior instalaciones eléctricas y ser independiente de cualquier local o edificio destinado a otros usos, se aplicarán las disposiciones reguladoras de la Protección Contra incendios en los Edificios Industriales, según Real Decreto 2267/2004 de fecha 3 de diciembre.

La instalación de protección contra incendios proyectada es la correspondiente a lo exigido por el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, Real Decreto 513/2017, «BOE» núm. 139, de 12/06/2017 y modificaciones posteriores.

Los equipos susceptibles de poder generar un incendio por contener sustancias combustibles, serían los transformadores, ubicados en exterior (trafo SSAA), ya que la aparamenta eléctrica del parque de 30kV disponen de sistemas de extinción al arco eléctrico interno a base encapsulados de SF6.

Se relacionan las actuaciones previstas para el cumplimiento de la DB SI:

DB SI 1. Propagación Interior.

- Se considera el centro de reparto como un único sector de incendio, con dos sectores diferenciados, sala de control y hall.
- La resistencia al fuego de los elementos constructivos, paredes, techos y puertas, será EI 120

DB SI 3. Evacuación de ocupantes

- Se considera que estas instalaciones serán totalmente telemandadas, y por lo tanto no habrá, habitualmente, personal de operación, a excepción de cuando deban realizarse acciones de mantenimiento.
- La longitud de recorrido de evacuación hasta alguna salida de la instalación no excede de 25m.
- Todas las puertas que dan al exterior disponen de barra antipánico, y estarán debidamente señalizadas, así como la dirección de los recorridos de evacuación

DB SI 4. Instalaciones de protección contraincendios.

- Extintores: Se prevén extintores en todas las salas, a razón de uno por cada 15m de recorrido desde los orígenes de evacuación. Los extintores serán de CO2 de 3,5 y 5kg de capacidad
- Todos los medios de protección contraincendios de utilización manual estarán señalizados de acuerdo a la UNE 23033-1
- Instalación de detección: se prevé una instalación de detección automática en todo el edificio, formada por detectores iónicos de humos y termovelocimétricos en transformadores.
- Estos detectores se conectarán a una central automática de detección y alarma situada junto a la entrada del edificio. Esta instalación se completará con pilotos indicadores, sirenas de alarmas interiores y exteriores
- Pulsadores de alarma: se dispondrán de pulsadores de alarma en el edificio, que estarán conectados a la central descrita anteriormente.
- Se han previsto aparatos de alumbrado de emergencia y señalización.
- Estos aparatos serán autónomos con baterías secas para una autonomía no inferior a una hora y llevarán incorporado cargador de baterías.
- Se verificará la idoneidad del Hidrante más próximo y se desplazará, en el caso de no cumplir distancias.

DB SI 5. Intervención de los bomberos.

- o El recinto está ubicado en zona industrial, disponiendo de dos accesos, para los vehículos, de anchura superior a los 3,5m requeridos.

DB SI 6. Resistencia al fuego de la estructura

- o La resistencia al fuego de los elementos constructivos de los sectores de incendio, paredes, techos y puertas, será EI 120

8.4. CIMENTACIONES

El peso de los módulos de baterías (42.000kg) y de los módulos de transformador de potencia (18.000 kg) requerirá de la instalación de bancadas en el suelo.

Del mismo modo se deberá realizar una pequeña cimentación para el edificio del Centro de Reparto.

El diseño tipo de estas cimentaciones se refleja en los planos, aunque el dimensionado final de los mismos dependerá de los resultados del estudio geotécnico

El diseño realizado para todas las cimentaciones parte de una malla de hierro doble en la bancada de 20x20 con redondos de diámetro 12.5mm, en una bancada de hormigón HA-30. Para el caso del soporte de baterías, el ancho de la bancada será de 35cm de canto, mientras que para la bancada de transformadores e inversores será de 50cm y para el edificio de control, de 20cm.

En todos los casos, deberá compactarse el terreno de influencia de la bancada y realizarse sobre una capa previa de hormigón de limpieza de como mínimo 5cm.

8.5. ZANJAS PARA CABLEADO

Se prevé la construcción de zanjas para conducción de cableado de baja (AC y DC), y media (30kV).

Se prevé la construcción de zanjas para conducción de cableado de baja tensión directamente enterrado (en corriente alterna) y de media tensión.

Todas las canalizaciones eléctricas y de control serán subterráneas a excepción del tramo de línea que cruza con el Torrent de Can Balasc. Siempre que sea posible se ejecutarán las zanjas siguiendo el trazado de caminos y/o el margen o cerrado del recinto, a fin de evitar ocupar zonas de la parcela cultivables.

Las zanjas tendrán una profundidad de 1 m y ancho variable entre 0,40 y 1 m dependiendo del número de ternas, según se refleja en los planos adjuntos.

Conjuntamente con los cables de potencia y señal, se instalará un conductor de cobre desnudo de 50 mm² como electrodo de tierra directamente enterrado en el fondo de la zanja, a lo largo de todo su recorrido.

En aquellos puntos donde las zanjas crucen viales, plataformas o caminos existentes, se reforzará la canalización mediante un relleno de hormigón en masa instalándose los conductores bajo tubo de polietileno de doble pared y resistencia adecuada, de 200 mm de diámetro (una terna por tubo), y los de mando y señalización, en tubos del mismo tipo, de 90 mm de diámetro.

8.6. RESIDUOS

Como consecuencia de los trabajos de construcción se generan de forma periódica residuos, algunos de ellos pueden ser peligrosos y deben gestionarse adecuadamente según la legislación vigente. Los más comunes son:

- Aceites usados de lubricación
- Absorbentes contaminados
- Envases vacíos contaminados

Y en menor cantidad:

- Disolventes
- Aerosoles
- Pilas
- Cartuchos de tóner

En base al tamaño de la planta y la proximidad de núcleos urbanos los residuos, ya sean domiciliarios o peligrosos, serán llevados directamente al punto limpio. En caso de necesidad de almacenamiento temporal durante la obra se habilitarán contenedores o medios equivalentes a través de empresas acreditadas por la retirada y gestión de los mismos.

8.7. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras de la zona de baterías e inversores se ha proyectado para minimizarlo, de modo que éste será prácticamente nulo y se mantendrá la orografía actual de la parcela.

La actuación consistirá en un rebaje del terreno para realizar las bancadas y viales internos, manteniendo dentro de lo posible las pendientes originales del terreno.

9. SISTEMA DE EVACUACIÓN DE ENERGIA 400KV

9.1. GENERALIDADES

Como se ha comentado a lo largo del proyecto, la conexión de la instalación a la red de transporte se realiza mediante la construcción de una nueva subestación transformadora 30/400kV que será utilizada por varios promotores que deben acceder al nudo de REE Rubí 400kV.

El acceso al nudo de transporte se realizará mediante una nueva línea de 400kV que discurrirá enterrada en todo su recorrido hasta el nudo de REE.

Tanto la nueva subestación como la línea enterrada de 400 kV que une la subestación con el nudo de Rubí 400 (REE) quedan fuera del alcance del presente proyecto.

El alcance de este proyecto termina en las botellas de conexión del cable a su llegada a las celdas de 30 kV de la subestación 30/400 kV

10. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En base a la Ley 5/2003, de 22 de abril, se pretende establecer las medidas de prevención de incendios del sistema de almacenamiento eléctrico de FRV RUBÍ.

Este apartado no pretende sustituir el Plan de Autoprotección contra Incendios Forestales que, según el DECRETO 30/2015, de 3 de marzo, es el documento a entregar antes del inicio de la actividad en el que se recoge el conjunto de medidas diseñadas para evitar situaciones de emergencia, y en su caso, para minimizar las consecuencias derivadas de un siniestro y optimizar los recursos disponibles existentes al respecto.

Se trata esencialmente de determinar las principales medidas preventivas cuya finalidad es reducir el peligro de incendio en un lugar determinado:

- Conseguir que la probabilidad de que se declare un incendio sea muy pequeña.
- En caso de que el incendio se produzca, el fuego no se pueda extender rápida y libremente, es decir, que éste cause el menor daño posible.

El incendio forestal se produce cuando el fuego afecta a combustibles vegetales naturales, situados en la montaña, cuya quema no estaba prevista, lo que obliga a evitar su extinción.

El peligro o riesgo de incendio forestal se entiende como la probabilidad de que se produzca un incendio forestal en un lugar y momento determinados.

10.1. RIESGO DE INCENDIO FORESTAL

10.1.1. Factores de riesgo durante la construcción y explotación

A los factores de riesgo asociados a la combustibilidad e inflamabilidad intrínsecos del área de actuación, se le sumarán otros riesgos introducidos durante las fases de construcción y explotación:

- Fase de construcción:
 - Utilización de maquinaria y equipos sin tomar las adecuadas medidas de prevención, con el consiguiente incremento del riesgo de incendio.
 - Almacenamiento inadecuado de materiales y residuos inflamables.
 - Entorpecimiento de las operaciones de extinción como consecuencia de cortes en caminos y pistas forestales.
- Fase de explotación:
 - Utilización de maquinaria y equipos sin tomar las adecuadas medidas de prevención, con el consiguiente incremento del riesgo de incendio.
 - Incorrecto funcionamiento o mantenimiento de las instalaciones, con el consiguiente incremento del riesgo de incendio.
 - Entorpecimiento de los medios aéreos para las labores de extinción en la instalación y en su entorno inmediato.
 - Entorpecimiento y/o reducción del campo visual de los observatorios para la prevención de incendios.

10.1.2. Elementos vulnerables

A continuación, se listan los elementos del proyecto más vulnerables delante de un incendio:

- Bienes personales:
 - Personal de obra (fase de construcción).
 - Personal de mantenimiento y técnicos que realcen el Plan de Vigilancia Ambiental (fase de explotación).
 - Vecinos.
- Bienes materiales:
 - baterías.

- Inversores.
- Módulos de transformador de potencia
- Centro de reparto.
- Núcleos urbanos próximos.
- vehículos.
- Etc.

10.2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS FORESTALES

El presente capítulo incluye tanto las medidas preventivas encaminadas a la prevención de los incendios ya la minimización de riesgos, como la organización y actuaciones a desarrollar una vez que éstos se produzcan.

10.2.1. Medidas preventivas encaminadas a minimizar el riesgo de incendio

10.2.1.1. Dotación a les instalaciones de materiales básicos de extinción

Tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación, el parque estará dotado de una serie de herramientas, necesarias para cubrir los distintos tipos de actuaciones en caso de incendio.

Estas se clasifican según su utilidad en:

- Herramientas para alterar el terreno o eliminar combustible.
 - Hacha- azada: Se utiliza para la extinción mediante aporte de tierra suelta por excavación, eliminación de combustible y control de focos secundarios.
 - Rastrillo-Azada: Utilizada para el corte y rastrillado de combustibles ligeros, raspado hasta el suelo mineral, control de focos secundarios y operaciones de remate.
 - Pala: Utilizada en el control de focos secundarios, operaciones de remate y preparación de puntos de agua.
 - Moto sierra: Especialmente indicada para la realización de líneas de defensa en zonas de arbolado, gran rapidez en el talado, desenramado y cortado de árboles jóvenes. Su utilización requiere el uso de elementos de protección especiales por parte de los operarios.
 - Desbrozadora: Herramienta indicada para la realización de líneas de defensa en zonas de matorral denso y zonas arboladas con diámetros

inferiores a 7 cm. Por seguridad, su uso requiere elementos de protección especiales.

- Herramientas para eliminar el oxígeno o retrasar la combustión.
 - Batefuegos: Herramienta empleada en el ataque directo dando golpes secos repetidamente sobre ramitas, hierba, hojarasca etc.
 - Extintores de mochila: Aparato utilizado en ataques directos sobre frentes débiles, incipientes o de combustibles ligeros.
 - Extintores de incendio portátiles: Se dispondrá de extintores de polvo de 6 kilos o más de carga tipo ABC, en el recinto del centro de transformación, en los vehículos y en la maquinaria autopropulsada. Los extintores serán revisados cada seis meses. En los recintos con instalaciones eléctricas se dispondrá de extintores de CO2
 - Sistema contraincendios propio del módulo de baterías. Para evitar que se genere un incendio en las baterías, los módulos que las contienen disponen de un sistema contraincendios propios con los siguientes elementos:
 - Centralita de alarma
 - Sistema de extinción con FK-5-1-12
 - Detectores de gas, humo y calor
 - Sistema de alarma
 - Sistema de alivio de presión

10.2.1.2. Suspensión cautelar de los trabajos

Con carácter general, las épocas de peligro alto, y para los días en que el "Mapa de peligro de incendio forestal" publicado por el Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, establezca el nivel como "peligro extremo", se suspenderán todos los trabajos o actividades que puedan comportar grave riesgo de incendio como consecuencia de las herramientas, maquinaria o equipos utilizados para su desarrollo

10.2.1.3. Medidas generales durante la fase de construcción

Durant la fase de construcción del se tendrán en cuenta las siguientes medidas preventivas encaminadas a reducir el riesgo de incendio:

- Inicialmente se facilitará a los trabajadores una instrucción sobre la problemática ambiental del proyecto con el fin de incorporar a los hábitos de trabajo unos criterios de conducta que reduzcan o eliminen riesgos innecesarios para el medio ambiente.
- Se designará a un responsable en obra con responsabilidades específicas en seguridad y vigilancia contra incendios.
- Para un adecuado cumplimiento de las medidas de seguridad, en las diferentes zonas de trabajo y en lugar visible, se colocarán carteles informativos del nivel de riesgo de incendio.
- En todo momento se mantendrán en buen estado de conservación y libres de obstáculos los caminos y pistas forestales afectadas por los trabajos, de forma que no se interrumpa el normal funcionamiento de los medios de prevención y extinción de incendios forestales.
- Una vez efectuadas las talas y desbroces requeridos, los troncos y ramas deberán ser convenientemente apilados y retirados de la zona lo antes posible, para evitar que supongan un incremento del riesgo de incendios forestales al incrementarse el volumen de materia seca en la zona.
- Los emplazamientos de aparatos de soldadura, grupos electrógenos, motores o equipos fijos eléctricos o de explosión, transformadores eléctricos, así como cualquier otra instalación de similares características, deberá realizarse en una zona desprovista de vegetación con un radio mínimo de 5 metros o en su caso rodearse de un cortafuegos perimetral desprovisto de vegetación de una anchura mínima de 5 metros.
- Todos los trabajos que se realicen en días con un índice de riesgo de incendio alto y con aparatos de soldadura, motosierras, equipos de corte (radiales), pulidoras de metal, así como cualquier otro en el que la utilización de herramientas o maquinaria en contacto con metal, roca o terrenos pedregosos pueda producir chispas, tendrán que ser seguidos de cerca por un operario controlador (Responsable de Prevención de Incendios) dotado de una mochila extintora de agua cargada, con una capacidad mínima de 14 litros , cuya misión exclusiva será el control del efecto que sobre la vegetación circundante producen las chispas, así como el control de los posibles conatos de incendio que pudieran producirse.
- En ningún caso se transitará o estacionarán vehículos carentes de sistema de protección en el sistema de escape y catalizador, en zonas de pasto seco o rastrojo dado el riesgo de incendio por contacto.

- La carga de combustible de cualquier tipo de maquinaria se realizará sobre terrenos desprovistos de vegetación, evitando derrames en el llenado de los depósitos.
- Se vigilará el buen estado y funcionamiento de la maquinaria y las instalaciones eléctricas.
- La maquinaria que funcione defectuosamente será sustituida, con el fin de evitar la aparición de chispas.
- Quedará prohibido el uso de fuego en la zona durante su fase de obra.
- En ningún caso se fumará mientras se esté manejando material inflamable, explosivos, herramientas o maquinaria de cualquier tipo.
- Todos los vehículos y toda la maquinaria autoportante tendrán que ir equipados con extintores de polvo de 6 kilos o más de carga tipo ABC, Norma Europea EN 3-1996.
- Se habilitarán espacios seguros para almacenaje, acumulación y desecho de materiales inflamables, lubricantes, restos de vegetación, etc.; que posteriormente serán trasladados a vertederos adecuados.
- Los recipientes que contengan productos inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según la legislación vigente.
- Ante derrames de combustibles o lubricantes, se extraerá la zona de tierra afectada, depositándola en lugar adecuado hasta su traslado al vertedero autorizado.
- En la revegetación de taludes y superficies degradadas, se utilizarán en la medida de lo posible, especies que mantengan un contenido de humedad elevado durante la época de máximo riesgo.

10.2.1.4. Medidas a aplicar durante la fase de explotación

Previo a la entrada en operación del sistema de almacenamiento, será necesario aprobar un Plan de Autoprotección específico. El plan de autoprotección contra incendios forestales debe incorporarse al plan de actuación municipal, de acuerdo con el Plan de protección civil de emergencias para incendios forestales en Cataluña (Infocat), según lo establecido en la Ley 4 /1997, de 20 de mayo, de protección civil de Cataluña.

En este sentido, cabe destacar la eficacia y buen funcionamiento de las medidas de prevención ya existentes y que han servido para la prevención y extinción de incendios como el de Diciembre de 2019.

Las medidas correctoras van dirigidas fundamentalmente al refuerzo de los medios terrestres, aunque se considera también la actuación de medios aéreos dada la existencia de balsas específicas para la lucha contra incendios, que ya en el pasado resultaron muy eficaces.

Se plantean las siguientes recomendaciones a aplicar durante la fase de explotación de las instalaciones, con el fin de minimizar al máximo el riesgo de incendio forestal en el entorno.

- Se establecerá un plan de mantenimiento de los accesos de forma que se garantice su operatividad durante la época de máximo riesgo de incendios.
- Durante el mantenimiento de las instalaciones, se controlará el correcto funcionamiento de las mismas, disminuyendo con ello el riesgo de incendio.
- En el interior del recinto del centro de transformación se dispondrá de un extintor para afrontar los posibles incendios causados por el equipo eléctrico.
- Se preverán, justo antes de la época de mayor riesgo de incendio, las revisiones oportunas para comprobar el estado de funcionamiento de los elementos de prevención y las infraestructuras de extinción:
 - Estado de las herramientas del parque, orden y cantidad.
 - Funcionamiento de los medios de extinción: extintores, hidrantes, bombas, válvulas, conexiones, etc.
 - Estado de actualización de todo el Plan.
- Se promoverá la máxima comunicación y coordinación posible entre los responsables y los cuerpos de emergencia de ámbito local para realizar conjuntamente las tareas de prevención que desde el cuerpo se consideren oportunas, tales como realizar simulacros de salvamento y extinción de incendios, en su caso.
- Asegurar la existencia de una franja exterior de protección de al menos tres metros de anchura alrededor, libre de vegetación seca y con la masa arbórea despejada que cumpla las características que reglamentariamente se establezcan.
- Mantener el terreno de todas las parcelas y zonas verdes interiores en la franja de protección en las mismas condiciones que se establezcan para las franjas de protección.
- Mantener limpios de vegetación seca los viales de titularidad privada, tanto los internos como los de acceso y cunetas.

- Redactar protocolos para la retirada y eliminación de los restos vegetales procedentes de la poda y la limpieza.

11. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

La instalación se mantendrá para garantizar su rendimiento energético, para mantener los niveles de seguridad y salud necesarios y cumplir con las normas ambientales de aplicación. En este sentido las actividades a realizar se resumen en el siguiente cuadro:

Planning actuaciones													
	TIPUS freq	Año mes											
		Ger	Feb	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agc	Set	Oct	Nov	Des
TRANSFORMACIÓN y MEDIDA													
Inspecció externa	anual												
Desratització	trimestral												
Sala de MT													
Desconnexió y verificación accionamientos	anual												
Inspección Visual componentes	anual												
Limpieza del recinto	anual												
Transformador SSAA													
Paro del transformador	anual												
Inspección Visual componentes	anual												
Limpieza del recinto	anual												
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO													
Baterías													
Seguimiento producció (remoto)	diario												
Inspección externa y conexionado	mensual												
Verificación de temperatura y ruido	mensual												
Verificación puesta a tierra	mensual												
Lectura registro alarmas	semanal												
Inversores													
Inspección externa y conexionado	mensual												
Verificación de temperatura y ruido	mensual												
Verificación puesta a tierra	mensual												
Lectura registro alarmas	semanal												
Módulos conversión de potencia													
Inspección externa y conexionado	mensual												
Verificación de temperatura	mensual												
Verificación puesta a tierra	mensual												
Lectura registro alarmas	semanal												
PLANTA													
Limpieza y desbrozadode vegetacion	trimestral												
Inspección terreno y corrección de efectos provocados por	trimestral												
Inspecció cierre perimetral y mecanismos puerta principal	trimestral												
Inspección externa sistema vigilancia (cámaras)	trimestral												
Limpieza y verificación por parte de empresa de seguridad	anual												
Inspección de tubos y bandejas de conducciones electricas	trimestral												

Tabla 6: Planning mantenimiento

Dado que la instalación ocupa una superficie inferior a 10 ha, queda exento de tener que hacer seguimiento donde se detecten especies de fauna exótica invasora.

Los trabajos de mantenimiento se realizarán fuera de época de reproducción de los pájaros o mamíferos con nidos, especialmente en el caso de necesitar herramientas de control mecánico.

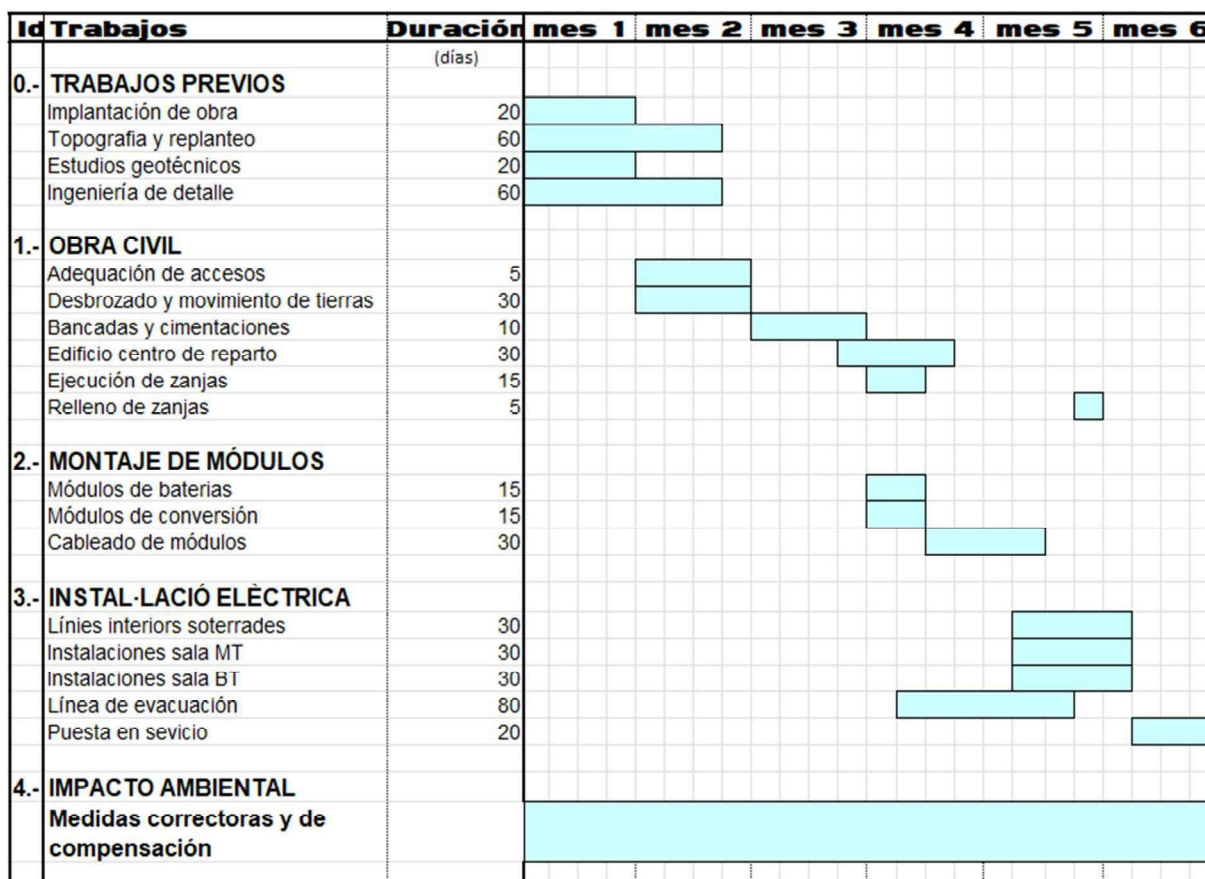
El acceso al recinto se realizará mediante vehículo tipo turismos/furgoneta, exceptuando la carga/descarga de equipos averiados que se podrá acceder con camiones, o el uso puntual de cincelas o plataformas elevadoras para la reparación de elementos elevados como pueden ser cámaras de seguridad o línea aérea en caso de existir.

Asimismo se llevarán a cabo las inspecciones trienales contempladas en la normativa de seguridad eléctrica en las instalaciones de alta tensión.

La instalación dispondrá de un seguro a todo riesgo y terceros.

12. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución previsto para el almacenamiento eléctrico es de 6 meses:



Taula 7: Planning ejecución almacenamiento eléctrico

13. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto en la presente memoria y otros documentos y planos que la componen, su autor entiende haber definido con suficiente detalle las obras e instalaciones del Sistema de almacenamiento de energía mediante baterías “FRV RUBÍ” para el fin considerado, sin perjuicio de cualquier aclaración que las partes interesadas consideren oportunas.

St. Cugat del Vallès, Diciembre de 2025



Enginyer Industrial

**DOCUMENTO NÚM.2
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

ÍNDICE

1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN.....	3
1.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES	3
1.1.1. Cableado eléctrico de corriente continua.....	4
1.1.2. Cableado de corriente alterna	4
1.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA ELÉCTRICA	6
1.3. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO.....	6
2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA DE ALTA TENSIÓN	7
2.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES	8
2.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA ELÉCTRICA	10
3. VENTILACIÓN PREVISTA	10
4. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....	11
4.1. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS	14
5. MATERIAL DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	19
6. CONCLUSIÓN.....	19

1. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

1.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES

Para el cálculo de la sección de conductores se han considerado las potencias resultantes en los diferentes ramales que componen la instalación, con las que podemos calcular la intensidad.

Con la intensidad nominal, y a partir de la tabla correspondiente del reglamento de baja tensión, según el tipo de cable, se ha escogido una sección tal que la intensidad nominal no supere la intensidad admisible del conductor.

Haremos uso de las siguientes expresiones:

Sistema trifásico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad [A]$$

$$e = \frac{L \times P}{\gamma \times U \times S} \quad [V]$$

Sistema monofásico

$$I = \frac{P}{U \times \cos\varphi} \quad [A]$$

$$e = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times U \times S} \quad [V]$$

Dónde:

P = Potencia demandada.

L = Longitud en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

γ = Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de servicio en Voltios (trifásica o monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

$\cos \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia.

Una vez hecha una primera estimación de la sección calcularemos la caída de tensión resultante. A pesar de que el valor máximo de caída de tensión admitido por el reglamento es del 6,5% (circuitos de fuerza en instalaciones industriales), en este proyecto se ha fijado como máximo una caída de tensión inferior al 2,5% y unas pérdidas por efecto Joule a los conductores inferiores al 2%, de cara a reducir al máximo las pérdidas de la instalación y maximizar el rendimiento.

Los cables utilizados en BT tienen las siguientes características eléctricas:

Tensión	0,6/1kV	0,6/1kV
Material	Cobre (Cu)	Aluminio (Al)
Conductividad	56 m/Ω ·mm ²	35 m/Ω ·mm ²
Resistividad	0,01786 Ω ·mm ² /m	0,029 Ω ·mm ² /m
Aislamiento	XLPE	XLPE

Tabla 1.1.- Parámetros eléctricos de los cables de BT

1.1.1. Cableado eléctrico de corriente continua

El cableado eléctrico en corriente continua unirá las baterías con los inversores. Este cableado vendrá realizado por el suministrador del módulo baterías-inversor y queda fuera del alcance de este proyecto.

1.1.2. Cableado de corriente alterna

Para la zona de potencia, el cableado de baja tensión de corriente alterna, unirá a cada uno de los 40 grupos de batería + inversor con el módulo de transformador de potencia que tenga asociado.

El tipo de cable utilizado será de cobre, con aislamiento 0,6/1 kV.

Se instalará cable con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta de policloruro de vinilo para uso en instalaciones fijas, según UNE 21123-2. Este cableado suele recibir la nomenclatura de RV-K.

El cableado de esta zona consiste en 40 líneas cuya única diferencia es la longitud de las mismas, con distancias comprendidas entre los 25 y los 15 m. Se calcularán todas ellas para la distancia mas desfavorable de 25 m.

línea	equipo	kW	cos FI	A	m	Cond.	nº ternas	Tipo	secc. mm2	Icc kA	Int. cable	coefic.	Int. adm.	Int. tran.	1,25xl	Tens.	%parc
E1-40	M.BAT	1.260,00	1	1054,3	25	56	3	XLPE	400	111,6	705	0,64	1363,6	1054,3	1317,9	690	0,10

Tabla 1: Cálculos eléctricos

Donde:

kW: Potencia eléctrica de los equipos

cosFi: Coseno de fi del equipo

A: Intensidad a transportar por la línea

m: distancia de la línea

Cond: Conductividad del material, en este caso la línea es de cobre

Nº ternas: Cantidad de ternas que forman la línea

Tipo: Tipo de aislamiento utilizado (XLPE)

Sección: Sección nominal del cable utilizado

Icc kA: Intensidad de cortocircuito soportada por la línea

Int. Cable: Intensidad máxima admisible para el cable s/ tabla 5 ITC-BT-07 REBT

Coef: Factor de corrección resultante de las condiciones de instalación según ITC-BT-07 del REBT: $F_t \times F_r \times F_a \times F_p = 0,64$

- Temperatura: a 25°C $F_t=1$
- Resistividad térmica terreno: $R= 1 \text{ K} \cdot \text{m}/\text{W}$ $F_r=1$
- Agrupación de cables: 6 ternas separadas 10 cm $F_a=0,64$
- Profundidad de la instalación: 0,7m $F_p=1$

Int. Adm: Intensidad admisible por la terna de conductores

Int.Tran: Intensidad máxima a transportar por la línea

1,25xl: Intensidad a considerar según REBT ITC-BT40 (125% de Int.Tran)

Tens: Tensión de la línea

%parc: Caída de tensión de la línea en %

En los cálculos se verifica que el dimensionamiento del cableado es suficiente:

- Las intensidades están por debajo del máximo admisible (con un factor de seguridad superior al 25 %).

La caída de tensión máxima entre grupos de baterías y su transformador se sitúa en un **0.1 %**, por debajo del 2,5 %, ajustándose al criterio definido

1.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA ELÉCTRICA

De acuerdo con los cálculos realizados anteriormente, y una vez validados los conductores utilizados, se procede con el cálculo de las pérdidas de potencia en los conductores debido al efecto Joule.

Las perdidas se han calculado según la siguiente expresión:

$$P_{Joule} = \sqrt{3} \cdot R \cdot I^2$$

Donde:

- R: Resistencia del cable
- I: Intensidad máxima a transportar por la línea

El resultado es que las pérdidas por efecto Joule son de 0,704 kW por línea que equivale al 0.06% de la energía que transporta.

Estos cálculos se han obtenido en base a cada uno de los circuitos de la instalación de la misma forma que para los casos de los apartados anteriores, divididos en la parte de corriente alterna en BT y en MT para el caso más desfavorable.

1.3. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Calcularemos la intensidad de cortocircuito máxima en la parte de baja tensión aplicando la siguiente expresión, con los valores del transformador.

$$\text{Intens CC (kA)} = \frac{\text{Pot (MVA)} \cdot 100}{U_{cc} (\%) \cdot U_n (\text{kV}) \cdot \sqrt{3}}$$

Siendo la potencia de 5,1 MVA y la tensión de CC del 6% el valor resultante (para la red de 0,69 kV) será:

$$\text{Intens CC (kA)} = \frac{5,14 \text{ (MVA)} * 100}{6 \text{ (\%)} * 0,69 \text{ (kV)} * \sqrt{3}} = 71,20 \text{ kA}$$

De acuerdo con el apartado 3.2 tabla 17 de la ITC-BT-07 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el valor máximo de intensidad que puede soportar un cable de 400 mm² en caso de cortocircuito en una duración máxima de 2 segundos es de 40 kA. Dado que nuestra intensidad máxima es de 71,20 kA y considerando un margen de seguridad del 25%, tendríamos una intensidad máxima de 89 kA dividido en 3 ternas, circularía una intensidad máxima de 29,7 kA por cada cable, cifra inferior a 40 kA.

2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELECTRICA DE ALTA TENSIÓN

Los cables utilizados en MT tienen las siguientes características eléctricas:

Tensión	18/30kV	18/30kV
Material	Cobre (Cu)	Aluminio (Al)
Conductividad	56 m/Ω ·mm ²	35.71 m/Ω ·mm ²
Resistividad	0,01786 Ω ·mm ² /m	0,029 Ω ·mm ² /m
Aislamiento	HEPRZ1	HEPRZ1

Tabla 1.2.- Parámetros eléctricos de los cables MT

Línea de Evacuación

Las características del cable de la línea de evacuación serán las siguientes:

✓ Naturaleza del conductor	Aluminio
✓ Tensión asignada del cable (Uo/O)	18/30 kV
✓ Tensión máxima fases (Um):	36 kV
✓ Tensión a impulsos (Up):	170 kV
✓ Sección:	630 mm ²
✓ Peso:	3,31 kg/m
✓ Diámetro exterior del cable	53,3 mm
✓ Intensidad admisible (enterrado 1 m)	615 A
✓ Intensidad admisible (al aire a 40°C)	830 A
✓ Intensidad máxima cortocircuito (1s):	59,2 kA

✓ Número de conductores por fase 1

2.1. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE CONDUCTORES

Datos para los cálculos:

- Tensión nominal de la red: 30 kV
- Potencia: 49.000 kW

La intensidad de cortocircuito de la instalación será:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc} \text{ (MVA)}}{\sqrt{3} \times U \text{ (kV)}} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 30} = 9,62 \text{ kA}$$

Las corrientes en régimen permanente se calculan mediante la formula:

$$I_{permanente} \text{ (A)} = \frac{\text{Potencia Aparente (kVA)}}{\sqrt{3} * \text{Tensión (kV)}}$$

Tramo	Inicio	Final	Potencia, kVA	Tensión, kV	Ipermanente
1-7	M.TRF1-7	C.REPARTO	4.830	30	93,1
8-10	M.TRF8-10	C.REPARTO	5.040	30	97,1
11	C.REPARTO	SE Promotores	48.930	30	942,8

CÁLCULO DE CABLES DE POTENCIA

CABLE	INICIO	FINAL			
1-7	M.TRF1-7	C.REPARTO			
<u>Cálculo por densidad de corriente</u>			símbolo	unidad	valor
Intensidad permanente			Ipte	A	93,1
Tipo de cable	18/30 kV		material	Al	
Tipo de instalación				enterrada	
Nº de ternas			n		1
Sección			s	mm2	240
Intensidad máxima admisible			Iadm	A	345
Factor de corrección por temperatura			Fta		1
Factor de corrección por agrupamiento			Ftu		0,68
Factor de corrección por profundidad			Fpr		1
Intensidad admisible			Iad	A	234,6
Efectivamente, el cable soporta la intensidad permanente					

Cálculo por cortocircuito

Tiempo de cortocircuito máximo	t	s	<u>2</u>
Densidad de corriente máxima de acuerdo con norma UNE20435		kA/mm2	0,066
Intensidad admisible en cortocircuito	ladcc	kA	<u>15,84</u>

La intensidad de cortocircuito a soportar es kA 11,56

Efectivamente, el cable soporta el cortocircuito

CABLE	INICIO	FINAL
8-10	M.TRF8-10	SE PROMOTORES

<u>Cálculo por densidad de corriente</u>	símbolo	unidad	valor
Intensidad permanente	Ipte	A	97,1
Tipo de cable 18/30 kV	material	Al	<u>1</u>
Tipo de instalación		enterrada	<u>240</u>
Nº de ternas	n		<u>1</u>
Sección	s	mm2	<u>240</u>
Intensidad máxima admisible	ladm	A	345
Factor de corrección por temperatura	Fta		<u>1</u>
Factor de corrección por agrupamiento	Ftu		<u>0,68</u>
Factor de corrección por profundidad	Fpr		<u>1</u>
Intensidad asmisible	lad	A	<u>234,6</u>

Efectivamente, el cable soporta la intensidad permanente

Cálculo por cortocircuito

Tiempo de cortocircuito máximo	t	s	<u>2</u>
Densidad de corriente máxima de acuerdo con norma UNE20435		kA/mm2	0,066
Intensidad admisible en cortocircuito	ladcc	kA	<u>15,84</u>

La intensidad de cortocircuito a soportar es kA 11,56

Efectivamente, el cable soporta el cortocircuito

CABLE	INICIO	FINAL
11	C.REPARTO	SE PROMOTORES

<u>Cálculo por densidad de corriente</u>	símbolo	unidad	valor
Intensidad permanente	Ipte	A	942,8
Tipo de cable 18/30 kV	material	Al	
Tipo de instalación		enterrada	
Nº de ternas	n		<u>2</u>
Sección	s	mm2	<u>630</u>
Intensidad máxima admisible	ladm	A	615
Factor de corrección por temperatura	Fta		<u>1</u>
Factor de corrección por agrupamiento	Ftu		<u>0,85</u>
Factor de corrección por profundidad	Fpr		<u>1</u>
Intensidad asmisible	lad	A	<u>1045,5</u>

Efectivamente, el cable soporta la intensidad permanente

Cálculo por cortocircuito

Tiempo de cortocircuito máximo	t	s	<u>1</u>
Densidad de corriente máxima de acuerdo con norma UNE20435		kA/mm2	0,093
Intensidad admisible en cortocircuito	I _{adcc}	kA	<u>117,18</u>
La intensidad de cortocircuito a soportar es		kA	<u>13,02</u>
Efectivamente, el cable soporta el cortocircuito			

2.2. PÉRDIDAS DE POTENCIA ELÉCTRICA

De acuerdo con los cálculos realizados anteriormente, y una vez validados los conductores utilizados, se procede con el cálculo de las pérdidas de potencia en los conductores debido al efecto Joule.

Las pérdidas se han calculado según la siguiente expresión:

$$P_{Joule} = \sqrt{3} \cdot R \cdot I^2$$

Donde:

- R: Resistencia del cable
- I: Intensidad máxima a transportar por la línea

El resultado es que las pérdidas por efecto Joule de la línea de evacuación son de 2,7 kW por línea que equivale al 0.01% de la potencia que transporta.

Las pérdidas por efecto Joule de las líneas que van desde el centro de reparto hasta los módulos de transformador son de 0.13 kW (<0.01%) y se consideran menospreciables

3. VENTILACIÓN PREVISTA

Según el punto 3.3.1. de la Instrucción MIE-RAT 14, se dispondrá de entradas de aire adecuadas por la parte inferior y salidas situadas a la parte superior.

Calcularemos la ventilación para un centro de transformación. En caso de que haya varios centros de potencia y geometría similares, el resultado es igualmente aplicable. Calcularemos la superficie de reja necesaria para poder evacuar las pérdidas que se generan con ventilación natural, por así determinar la necesidad o no de montar ventilación forzada:

$$S = \frac{P_o + P_{75}}{K1 \times \sqrt{\Delta T^3} \times H}$$

Siendo:

S= Superficie de reja

Po= Pérdidas en vacío del Transformador de 400 kW= 1,12 kW

P75°C= Pérdidas en el transformador en carga a 75°C= 4,9 kW

K1= 0,29

K2= 0,85

Δt= Incremento de Tª (Se consideran 15°C)

H = Diferencia entre rejillas (altura) = 1

El resultado es una necesidad de 0.36 m² de superficie de ventilación. El centro dispone de 2 rejillas de 0.96 m², con lo que se considera suficiente para la ventilación natural.

4. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Cuando se produce un defecto en el suelo en la Instalación de alta Tensión, se provoca una elevación del potencial del electrodo, mediante el cual circula la corriente hacia el suelo, apareciendo en el terreno gradientes de potencial.

Por tanto, al diseñar en los electrodos de puesta a tierra deben tenerse en cuenta a los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencial
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la Intensidad de defecto que haga actuar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

Seguridad de las personas

La MIE-RAT 13 establece que la Tensión máxima aplicable al cuerpo humano, entre mano y los pies que se puede aceptar es la siguiente:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} [V]$$

En la cual:

V_{ca} = Tensión aplicada, en V.

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

K = Constante, en función del tiempo de actuación de las protecciones.

Valores del tiempo	Valores de la constante K
$0,9 \geq t > 0,1$	$K = 72$ i $n = 1$
$3 \geq t > 0,9$	$K = 78,5$ i $n = 0,18$
$5 \geq t > 3$	$V_{ca} = 64$ V
$t > 5$	$V_{ca} = 50$ V

Basándonos en la suposición que la Tensión máxima aplicada al cuerpo humano, no supere el valor indicado en la fórmula anterior por las tensiones de contacto (entre mano y pies), ni supere 10 veces ese valor por las tensiones de paso (entre pies separados 1m), los valores máximos admisibles de la Tensión de paso y contacto, que no deben ser superados en la Instalación deben ser a los siguientes:

Tensión de paso

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000}\right) [V]$$

Tensión de contacto

$$V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right) [V]$$

Siendo:

t = Duración de la falta en segundos.

ρ_s = Resistividad superficial del terreno en $\Omega \cdot m$.

En el caso de la tensión de paso, puede suceder que la resistividad superficial del terreno sea diferente para cada pie; esta situación es habitual en el acceso a los centros de transformación, donde en los pavimentos, interior y exterior, pueden ser de distinta composición. En estos casos, la fórmula de la Tensión máxima de paso admisible que puede aparecer en la Instalación tiene la expresión:

Tensión de paso

$$V_p(\text{acc}) = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho_s + 3\rho'_s}{1000} \right) [V]$$

En la que ρ_s i ρ'_s son las resistividades del terreno en el que se apoya cada pie.

Sobretensiones peligrosas para la instalación.

Para evitar que la sobretensión que aparece al producirse un defecto en el aislamiento del circuito de alta Tensión, deteriore los elementos de baja Tensión de centro, el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, por lo que la Tensión de defecto sea inferior a la que soportan estos elementos (VBT).

Limitación del valor mínimo de la corriente de defecto.

Con el fin de que la corriente de defecto pueda ser detectada por la y protección de sobre Intensidad deberá cumplirse que:

$$I_d > \text{Valor que garantice el accionamiento de las protecciones}$$

Para determinar los valores anteriormente mencionados, nos basaremos en el documento elaborado por UNESA "Método de Cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría" utilizando una de las configuraciones tipo reseñadas en esta publicación y las tablas y métodos de Cálculo igualmente descritos.

Elección de la Configuración tipo.

- Cálculo de la resistencia puesta a tierra de centro.
- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
- Cálculo de la Tensión de defecto.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto admisibles.
- Comprobación entre las tensiones de paso, contacto y defecto calculadas y los admisibles.
- Separación entre los sistemas de puesta a tierra de la Instalación.
- Cálculo preliminar del Parámetro característico de la resistencia de puesta a tierra del neutro BT y elección de la Configuración tipo.
- Cálculo de la resistencia puesta a tierra del neutro BT.

Se calcularán dos tipos de tierras según se especifica en la instrucción MIE RAT 13, Apartado 6.1 i 6.2:

a) Tierras de protección que incluirán las puestas a tierra de:

- 1) Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- 2) Envolvente de los conjuntos de armarios metálicos.
- 3) Puertas metálicas del local.
- 4) Vallas y cierres metálicos.
- 5) Estructuras metálicas.
- 6) Blindajes metálicos de los cables.
- 7) Carcasas del transformador.

b) Puestas a tierra de servicio, que incluirán las puestas a tierra de:

- 1) Neutres de los transformadores.
- 2) Circuitos de baja Tensión de los transformadores de medida.
- 3) Descargadores para la eliminación de sobretensiones.
- 4) Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

4.1. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

DATOS DE PARTIDA

Características iniciales

símbolo unidad valor

Tensión de servicio	U	V	<u>30.000</u>
Puesta a tierra del neutro	Rn	ohm	<u>0</u>
	Xn	ohm	<u>25,00</u>
Duración de la falta			
<u>desconexión inicial</u>			
relé a tiempo independiente	t'	s	<u>0,5</u>
relé a tiempo dependiente			
constante del relé	K' n'		
<u>Intensidad de arranque</u>	I'a	A	<u>50</u>
<u>Reenganche en menos de 0,5 segundos</u>			
relé a tiempo independiente	t'	s	<u>0</u>
relé a tiempo dependiente			
constante del relé	K' n'		
Intensidad de arranque	I'a	A	<u>0</u>
Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT	Vbt	V	<u>8000</u>
Características del Centro de transformación			
dimensiones del local			
	a	m	<u>7</u>
	b	m	<u>5</u>
Tensión máxima aplicable			
según MIE-RAT-13, $V_{ca}=K/t^{\wedge}n$, en que			
constante para $3>=t<0,9$ s es de 78,5	K n		<u>78,5</u> <u>0,18</u>
	Vca	V	88,9314

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Resistividad del terreno	P	ohm*m	<u>150</u>
--------------------------	---	-------	------------

OBSERVACIONES

La puesta a tierra constará de un electrodo horizontal, exterior al C.T., al que se añadirán picas verticales de 2 m y 14 mm de diámetro, todas ellas unidas por un cable de cobre desnudo de 50 mm²
Este electrodo estará situado debajo de la canalización de cables de entrada a la ET y enterrado

a 80 cm de profundidad. Se dispondrá encima del electrodo de pavimento de hormigón

MEDIDAS DE SEGURIDAD ADICIONALES

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni de paso interiores, se adoptan las siguientes medidas de seguridad:

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías

En el piso de la sala de transformación o sala de cabinas se instalará un mallazo de 30 * 30 cm, 4 mm de diámetro, cubierto con una capa de hormigón de 10 cm conectado a la puesta a tierra de protección.

CÁLCULOS

símbolo unidad valor

Resistencia máxima de pat de las masas e intensidad de defecto

Intensidad de defecto

Id

Se calcula con la formula

$$Id = U / 1,73((Rn + Rt)^2 + (Xn)^2)^{0,5}$$

Id

A

625

Resistencia máxima de la pat

Rt

ohm

12,0

Se determina considerando que la tensión de defecto debe ser inferior a la tensión admisible Vbt de 6000 V

$$V'_{bt} = Rt \cdot Id$$

V

7504,0

sobretensión admisible de las instalaciones de bt del centro

Vbt

V

8000,0

Selección del electrodo tipo según la norma UNESA

Valor unitario máximo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

Kr debe ser $\leq R_t/P$

$$Kr = R_t/P$$

ohm/ohm*m

0,0800

En función de este valor máximo de la Kr se escoge el tipo de electrodo adecuado utilizando como base

el ANEXO 2 del método de cálculo UNESA

Dimensiones horizontales del electrodo	a	m	<u>8,0</u>
	b	m	<u>4,0</u>
Separación entre picas de		m	<u>80-</u>
Configuración según método UNESA	codigo		<u>40/5/42</u>
sección del conductor de cobre desnudo		mm ²	<u>50</u>
profundidad del electrodo horizontal		m	<u>0,5</u>
nº de picas		u	<u>4</u>
longitud de las picas		m	<u>2</u>
diámetro de las picas		mm	<u>14</u>

Parámetros característicos del electrodo

de la resistencia	Kr	ohm/ohm*m	<u>0,072</u>
de la tensión de paso	Kp	V/ohm*m*A	<u>0,0154</u>
de la tensión de contacto	Kc	V/ohm*m*A	<u>0,0338</u>

Valores calculados en función del tipo de electrodo
seleccionado

No se consideran las tensiones de paso interior, ni las de contacto interior y exterior ya que las picas se han instalado paralelas a la fachada y se han tomado las medidas adicionales de seguridad mencionadas en el apartado 4.

Resistencia de puesta a tierra

$R't = Kr * P$	R't	ohm	<u>10,8</u>
----------------	-----	-----	-------------

Intensidad de defecto

$I'd = U / 1,73((Rn + Rt)^2 + (Xn)^2)^{0,5}$	I'd	A	<u>636,8</u>
--	-----	---	--------------

Tensión de paso en el exterior

$V'pe = Kp * P * I'd$	V'pe	V	<u>1470,9</u>
-----------------------	------	---	---------------

Tensión de paso en el acceso del CT

$V'pa = Kc * P * I'd$	V'pa	V	<u>3228,4</u>
-----------------------	------	---	---------------

Tensión de defecto

$V'd = Rt * I'd$	V'd	V	<u>6877,1</u>
------------------	-----	---	---------------

Duración total de la falta

desconexión inicial	s	<u>0,5</u>
reenganche	s	<u>0</u>
Duración total	s	<u>0,5</u>

VALORES ADMISIBLES

Según MIE-RAT-13

resistividad superficial interior	Psi	ohm*m	3000
resistividad superficial exterior	Pse	ohm*m	150
resistividad superficial exterior perimetral	Psp	ohm*m	3000
3>t>0,9	K		78,5
n			0,18

tensión de paso en el exterior

$$V_p = \frac{10 \text{ k}}{t^n} \left(1 + \frac{6\rho_s}{1000}\right)$$

Vpe V 1491,5

tensión de paso en el acceso

$$V_{pa} = \frac{10 \text{ k}}{t^n} \left(1 + \frac{3\rho_{se} + 3\rho_{sp}}{1000}\right)$$

Vpa V 8203,3

COMPROBACION DE QUE LOS VALORES CALCULADOS SATISFACEN LAS CONDICIONES EXIGIDAS

Tensión de contacto y paso interior

Se ha adoptado la solución a) y b) de las definidas en el apartado 4, por lo que no será necesario calcular estas tensiones ya que serán prácticamente cero.

Tensión de contacto exterior

Se ha adoptado la solución a) y b) de las definidas en el apartado 4, por lo que no será necesario calcular estas tensiones ya que serán prácticamente cero.

Concepto	Valor calculado		Condición	Valor admisible		Resultado
Tensión de paso exterior	V'pe	1470,9	<=	Vpe	1491,5	CUMPLE
Tensión de paso acceso	V'pa	3228,4	<=	Vpa	8203,25	CUMPLE

Como se puede observar las tensiones admisibles de paso son superiores de las esperadas o calculadas

Antes de la puesta en marcha del centro se realizarán medidas reales de la resistividad del terreno y de las tensiones de paso y contacto tanto interiores como exteriores.

Tensión e intensidad de defecto

Concepto	Valor calculado		Condición	Valor admisible		Resultado
Tensión de defecto	V'd	6877,1	$\leq$	Vbt	8000	CUMPLE
Intensidad de defecto	I'd	636,8	$>$	I'a	50	CUMPLE

Como se puede observar la tensión de defecto admisible es superior a la esperada o calculada
Como se puede observar la intensidad de defecto calculada es superior a la admisible

5. MATERIAL DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

En el exterior de los recintos de alta tensión se colocarán carteles indicativos de riesgo eléctrico (MIE RAT 14 apartado 3.5 a).

En el interior del recinto se colocarán:

- Esquema unifilar de la instalación (MIE RAT 14 apartado 3.5 e)
- Banqueta aislante y guantes (MIE RAT 14 apartado 4.3).
- Placa con instrucciones sobre primeros auxilios (MIE RAT 14 apartado 4.4).
- Placa con instrucciones de maniobra Las cinco reglas de oro.

6. CONCLUSIÓN

Según este estudio teórico, en base a cálculos ampliamente utilizados en la puesta a tierra manual, se ha observado que la etapa de contacto y tensiones esperados son inferiores a las admisibles.

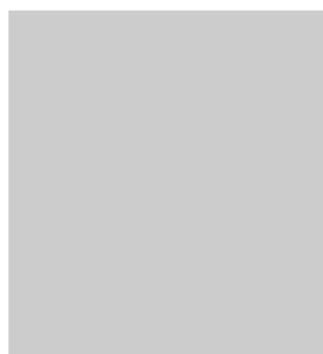
Medidas adicionales de seguridad para las tensiones de contacto:

- Establecer conexiones equipotenciales entre la zona de acceso para el personal de servicio y todos los elementos conductores accesibles desde ésta.

Las medidas concretas a adoptar en este caso son:

1. Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión a causa de defectos o averías.
2. Dado que el suelo del edificio es de hormigón con resistencia superior a 10.000 Ohmios, no se presentarán tensiones de contacto peligrosas.

Sant Cugat, Diciembre de 2025



Ingeniero Industrial

DOCUMENTO NÚM.03

PRESUPUESTO

ÍNDIX

1. PRESUPUESTO.....	3
2. JUSTIFICACIÓN VIABILIDAD DEL PROYECTO	10

1. PRESUPUESTO

El presupuesto ejecutivo del proyecto se indica en las siguientes tablas:

1	OBRA CIVIL	Medición	Precio	Importe
01.1	m² DESBROZADO Desbrozado y limpieza del terreno con medios mecánicos, incluye carga y descarga de los materiales, y transporte y gestión de sobrantes por gestor autorizado	8.175,00	0,70	5.722,50
		8.175,00	0,70	5.722,50
01.2	m³ ACONDICIONAMIENTO TERRENO Excavación mediante medios mecánicos en desmonte, ejecución de terraplén con productos procedentes de la propia excavación, incluido el rebaje de taludes, escolleras y carga, descarga y hacinamiento de todo tipo de materiales con retroexcavadora y transporte en camión hasta una distancia de 2 Km, incluso transporte de tierra vegetal.	504,00	18,00	9.072,00
		504,00	18,00	9.072,00
01.3	u BANCADAS EQUIPOS Bancada de hormigon armado HA30 armado segun planos	50,00	2.780,00	139.000,00
		50,00	2.780,00	139.000,00
01.4	m² PAVIMENTO ZONA INTERIOR Extensión de zahorra natural (ZN 60/80 para subbase y ZN 25 para base) con espesor medio de 30 centímetros.	8.175,00	27,10	221.542,50
		8.175,00	27,10	221.542,50
01.5	ml ADEQUACIÓN DE VIALES Preparación de los caminos internos de la planta	229,00	23,30	5.335,70
		229,00	23,30	5.335,70
01.6	ml CIERRE PERIMETRAL Cierre perimetral formado por malla electrosoldada y plantado de ocultación arbustiva	243,00	45,00	10.935,00
		243,00	45,00	10.935,00

01.7	ml	SISTEMA DE SEGURIDAD	243,00	60,00	14.580,00
		Sistema de seguridad perimetral conectado a CRA			
			243,00	60,00	14.580,00
01.8	ml	ZANJA PARA A 1, 2, 3 O 4 TERNAS	535,00	35,00	18.725,00
		Excavación de zanja de 40 a 120 cm. de ancho y 120 cm. de profundidad, realizado con medios mecánicos, en cuya base se colocará el Conductor de Tierra; tendido de cama de arena de 10 cm. de espesor; colocación de Cables para Media y Baja Tensión; relleno de arena fina hasta 35 cm. de espesor; colocación de Tubo de Telecomunicaciones; relleno de arena fina hasta 15 cm. de espesor; colocación de Placa de Señalización y Protección; relleno con material procedente de la excavación 40 cm. de espesor; colocación de Cinta de Señalización y Protección; relleno de la mencionada zanja con material procedente de la excavación de 20 cm. de espesor; y transporte de material sobrante a vertedero autorizado. Mide la unidad ejecutada.			
			535,00	35,00	18.725,00
01.9	u	ARQUETAS DE REGISTRO	20,00	225,00	4.500,00
			20,00	225,00	4.500,00
01.10	u	CASSETAS OBRA	1,00	7.200,00	7.200,00
			1,00	7.200,00	7.200,00

SUBTOTAL OBRA CIVIL 436.612,70 €

2		INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	Medición	Precio	Importe
02.1	ml	CIRCUITO CONDUCTOR ALUMINIO (3x240)MM2 AL RH5Z1 18/30KV	375,00	38,20	14.325,00
		Terna de cables d'aluminio formado por tres cables unipolares de polietileno reticulado de 240 mm2 de sección nominal aislamiento 18/30 kV instalado segons RAT medida la longitud instalada en			

		zanja.			
			375,00	38,20	14.325,00
02.2	ml	CIRCUIT CONDUCTOR COURE(3x630)MM2 RHZ1 0,6/1KV Terna de cables de cobre formada por tres cables unipolares de polietileno reticulado de 630 mm2 de sección nominal aislamiento 0,6/1 kV instalado según REBT medida la longitud instalada en zanja.	852,33	45,60	38.866,40
			852,33	45,60	38.866,40
02.3	ml	PUESTA A TIERRA Suministro, montaje y ejecución de red de puesta a tierra, realizada con cable de cobre desnudo de 50 mm2, incluidas derivaciones con soldadura aluminotérmica. Segons RAT, normas de la Cia. Subministradora. Totalmente instalada.	238,00	57,00	13.566,00
			238,00	57,00	13.566,00
02.4	u	HITO DE TELURA Hito Telura modelo 30/800 para la señalización de zanjas que albergen cables eléctricos. La distancia, dependiendo de las condiciones del terreno, será tal que desde un mojón se vea el siguiente, como máximo cada 50 metros. Mide la unidad ejecutada.	57,20	2,30	131,56
			57,20	2,30	131,56
02.5	pa	MONTAGE DE MÓDULOS DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y CONEXIONADO	10,00	2.800,00	28.000,00
			10,00	2.800,00	28.000,00
02.6	pa	MONTAGE DE MÓDULOS DE BATERIAS Y CONEXIONADO	40,00	2.800,00	112.000,00
			40,00	2.800,00	112.000,00
02.7	u	MONITORIZACIÓN Y ESTACIÓN METEOROLÓGICA	1,00	2.500,00	2.500,00

			1,00	2.500,00	2.500,00
02.8	u	SISTEMA DE ILUMINACIÓN	1,00	3.375,00	3.375,00
			1,00	3.375,00	3.375,00
02.9	u	GRUPO DE RESPALDO	1,00	9.500,00	9.500,00
		Grupo electrógeno de 5 kVA			
			1,00	9.500,00	9.500,00

SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA ELÈCTRICA 222.263,96 €

3		SERVICIOS AUXILIARES Y SISTEMA DE CONTROL	Medición	Precio	Importe
03.1	pa	SERVICIOS AUXILIARES DE BT	1,00	37.000,00	37.000,00
		Sumnistro y montaje de la instalación eléctrica de los servicios auxiliares de la instalación			
			1,00	37.000,00	37.000,00
03.1	pa	SISTEMA DE CONTROL	1,00	322.500,00	322.500,00
		Suministro, instalación y puesta en marcha del sistema de control de la planta			
			1,00	322.500,00	322.500,00

SUBTOTAL EQUIPOS 359.500,00 €

4		EQUIPOS DE CARGA/GENERACIÓN	Medición	Precio	Importe
04.1	u	MÓDULOS DE BATERIA E INVERSOR	40,00	734.618,50	29.384.740,00
		Modulo de baterías de 2,5 MW y 5MWh			
			40,00	734.618,50	29.384.740,00
04.2	u	MÓDULOS DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA	10,00	175.736,00	1.757.360,00
		Modulo de tranformación BT/AT de 5MW			
			10,00	175.736,00	1.757.360,00

SUBTOTAL EQUIPOS 31.142.100,00 €

5		MEDIDAS CORRECTORAS	Medición	Precio	Importe
05.1	pa	APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTORAS	1,00	8.750,00	8.750,00
		Acondicionamiento paisagístico del terreno posterior a les obras			

		1,00	8.750,00	8.750,00
--	--	------	----------	----------

SUBTOTAL MEDIDAS CORRECTORAS				8.750,00 €
-------------------------------------	--	--	--	----------------------

6	OTROS	Medición	Precio	Importe
06.1	pa CONTROL DE CALIDAD Partida alzada de control de calidad en obra	1,00	10.000,00	10.000,00
		1,00	10.000,00	10.000,00
06.2	pa SEGURO DE OBRA Partida alzada de control de calidad en obra	1,00	6.388,20	6.388,20
		1,00	6.388,20	6.388,20

SUBTOTAL OTROS				16.388,20 €
-----------------------	--	--	--	-----------------------

7	EVACUACIÓN	Medición	Precio	Importe
07.1	m LÍNEA SOTERRADA DE 25 kV Línea de 25 kV para conexión con SE Rubí con tres ternas cable de aluminio de 630 mm ² AL RH5Z1	95,00	158,00	15.010,00
		95,00	158,00	15.010,00

SUBTOTAL LÍNEA DE EVACUACIÓN				15.010,00 €
-------------------------------------	--	--	--	-----------------------

8	CENTRO DE REPARTO Y MEDIDA	Medición	Precio	Importe
08.1	pa EDIFICIO Edificio construido con bloques de hormigón, cubierta a dos aguas según planos	1,00	28.350,00	28.350,00
		1,00	28.350,00	28.350,00
08.2	pa EQUIPOS SALA MT Incluye celdas de MT y transformador de BT	1,00	289.500,00	289.500,00
		1,00	289.500,00	289.500,00
08.3	pa EQUIPOS SALA BT+CONTROL Suministro e instalación de cuadros de BT asociados a los SSAA	1,00	121.250,00	121.250,00
		1,00	121.250,00	121.250,00

SUBTOTAL SUBESTACIÓN DE PLANTA 439.100,00 €

9		GESTIÓN DE RESIDUOS	Medición	Precio	Importe
09.1	u	GESTIÓN DE RESIDUOS	1,00	34.826,45	34.826,45
			1,00	34.826,45	34.826,45

SUBTOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS 34.826,45 €

10		COSTES DE SEGURIDAD Y SALUD	Medición	Precio	Importe
10.1	u	ESTUDIO Y COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALD DE LA OBRA	1,00	18.233,00	18.233,00
			1,00	18.233,00	18.233,00

SUBTOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 18.233,00 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 32.692.784,31 €

A continuación se adjunta el resumen del presupuesto:

RESUMEN

CAP 1 OBRA CIVIL	436.613 €
CAP 2 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA BT	222.264 €
CAP 3 SERVICIOS AUXILIARES Y SISTEMA DE CONTROL	359.500 €
CAP 4 EQUIPOS DE CARGA/GENERACIÓN	31.142.100 €
CAP 5 MEDIDAS CORRECTORAS	8.750 €
CAP 6 OTROS	16.388 €
CAP 7 EVACUACIÓN	15.010 €
CAP 8 CENTRO DE REPARTO Y MEDIDA	439.100 €
CAP 9 GESTIÓN DE RESIDUOS	34.826,45 €
CAP 10 COSTES DE SEGURIDAD Y SALUD	18.233,00 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	32.692.784,31 €
--	------------------------

CAP 11 DESARROLLO DEL PROYECTO	653.856 €
CAP 12 DIRECCIÓN FACULTATIVA	653.856 €
GASTOS GENERALES OBRA 9% (ICIO, ADMINISTRACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, GESTIÓN OBRA ...)	1.634.639 €

PRESUPUESTO DE INVERSIÓN	35.635.134,90 €
---------------------------------	------------------------

Siendo por tanto el presupuesto de ejecución material del proyecto de 32.692.784,31 € y el presupuesto de inversión de 35.635.134,90 €.

2. JUSTIFICACIÓN VIABILIDAD DEL PROYECTO

Se adjunta el plan de negocio para la explotación del sistema de almacenamiento eléctrico, basado en las estimaciones de carga/descarga y el marco legal actual. La vida útil del proyecto se estima en al menos 30, por lo que se ha calculado la rentabilidad a 30 años

Este plan de negocio garantiza la viabilidad del proyecto por sí mismo y determina que la opción de la construcción de la citada instalación, aparte de la rentabilidad, aporta unos beneficios económicos y medioambientales al país.

En cuanto a los beneficios económicos destaca la mejora de la balanza comercial al no tener que importar combustibles fósiles para generar energía, este factor conlleva una mejora medioambiental que radica básicamente en una mayor utilización de energía fotovoltaica y eólica.

A continuación se aporta tabla resumen de los valores de viabilidad más relevantes:

Resumen de viabilidad económica	
Inversión	35.635.134,90
TIR	5,93%
Payback	12 años

Coste inversión	35.635.134,90 €

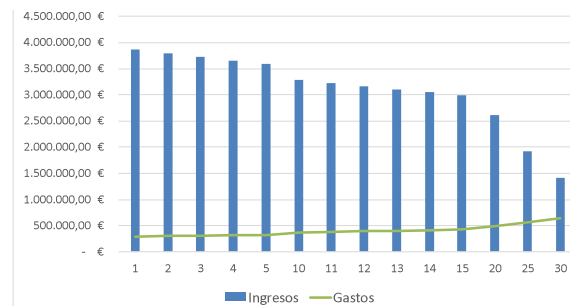
Potencia total (MW)	48,93
Energía almacenable (MWh)	194,748

Nº de ciclos diarios	1
Nº de ciclos de vida hasta 80%	4000
Nº de ciclos de vida hasta 70%	2800
Años de vida útil >70% de rendimiento	18,6
Duración de ciclo de carga (h)	4
Duración de ciclo de descarga (h)	4
Energía anual intercambiada con el sistema (MWh)	66.607
Factor de capacidad (%)	15,2%

BESS FRV RUBÍ

Eficiencia del ciclo (RTE)	98%
Disponibilidad (%)	99,6%
Porcentaje de días con participación en el mercado (estimación OMIE LT)	96,0%
Pérdida de capacidad de almacenamiento anual (%)	1,80%

Precio medio de compra energía (€/MWh)	29
Precio medio de venta energía (€/MWh)	87
Diferencial (€/MWh)	58



Años	1	2	3	4	5	10	11	12	13	14	15	20	25	30
Precio Diferencial Medio Venta Energía (€/MWh)	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00
Rendimiento de la Planta (función del nº de ciclos)	100%	98,2%	96,4%	94,7%	93,0%	84,9%	83,4%	81,9%	80,4%	79,0%	77,5%	67,8%	49,7%	36,5%
Producción (MWh)	66.607	65.408	64.231	63.075	61.940	56.562	55.544	54.544	53.562	52.598	51.652	45.150	33.136	24.318
Ingresos	3.863.229,52 €	3.793.691,39 €	3.725.404,95 €	3.658.347,66 €	3.592.497,40 €	3.280.604,69 €	3.221.553,81 €	3.163.585,84 €	3.106.621,65 €	3.050.702,46 €	2.995.789,82 €	2.618.696,36 €	1.921.871,80 €	1.410.469,44 €
Gastos	7,65%	7,95%	8,26%	8,58%	8,97%	11,27%	11,80%	12,35%	12,93%	13,54%	14,18%	18,65%	29,26%	45,97%
Mantenimiento	295.653,08 €	301.566,14 €	307.597,47 €	313.749,41 €	322.419,75 €	369.795,69 €	380.136,10 €	390.786,37 €	401.756,32 €	413.056,06 €	424.696,05 €	488.390,74 €	562.373,21 €	648.400,83 €
Administración, Seguros, etc	150.479,32 €	153.488,91 €	156.558,69 €	159.689,86 €	165.279,01 €	196.299,61 €	203.170,10 €	210.281,05 €	217.640,89 €	225.258,32 €	233.142,36 €	276.899,99 €	328.870,32 €	390.594,78 €
Comercialización	106.238,81 €	108.363,59 €	110.530,86 €	112.741,48 €	114.996,31 €	126.965,21 €	129.504,52 €	132.094,61 €	134.736,50 €	137.431,23 €	140.179,86 €	154.769,89 €	170.878,46 €	188.663,63 €
Coste explotación SET Promotores Rubí 400kV	59,95 €	61,15 €	62,37 €	63,62 €	64,89 €	71,64 €	73,07 €	74,54 €	76,03 €	77,55 €	79,10 €	87,33 €	96,42 €	106,46 €
Coste explotación SET Promotores Rubí 400kV	38.875,00 €	39.652,50 €	40.445,55 €	41.254,46 €	42.079,55 €	46.459,22 €	47.388,41 €	48.336,18 €	49.302,90 €	50.288,96 €	51.294,74 €	56.633,53 €	62.528,00 €	69.035,96 €
Resultado Explotación	3.567.576,44 €	3.492.125,25 €	3.417.807,48 €	3.344.598,24 €	3.270.077,65 €	2.910.809,00 €	2.841.417,71 €	2.772.779,47 €	2.704.865,34 €	2.637.646,41 €	2.571.093,77 €	2.130.305,62 €	1.359.498,59 €	762.068,61 €
Amortización	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	1.781.756,75 €	- €	- €
Gastos Financieros														
Resultado Antes de Impuestos	1.785.819,70 €	1.710.368,51 €	1.636.050,74 €	1.562.841,50 €	1.488.320,91 €	1.129.052,25 €	1.059.660,96 €	991.022,72 €	923.108,59 €	855.889,66 €	789.337,02 €	348.548,88 €	1.359.498,59 €	762.068,61 €
Impuesto s/beneficios	446.454,92 €	427.592,13 €	409.012,68 €	390.710,37 €	372.080,23 €	282.263,06 €	264.915,24 €	247.755,68 €	230.777,15 €	213.972,42 €	197.334,26 €	87.137,22 €	339.874,65 €	190.517,15 €
Resultado	1.339.364,77 €	1.282.776,38 €	1.227.038,05 €	1.172.131,12 €	1.116.240,68 €	846.789,19 €	794.745,72 €	743.267,04 €	692.331,44 €	641.917,25 €	592.002,77 €	261.411,66 €	1.019.623,94 €	571.551,46 €

Cash Flow	(32.514.013,38) €	3.064.533,12 €	3.008.794,80 €	2.953.887,87 €	2.897.997,42 €	2.628.545,94 €	2.576.502,47 €	2.525.023,79 €	2.474.088,19 €	2.423.673,99 €	2.373.759,51 €	2.043.168,40 €	1.019.623,94 €	571.551,46 €
Cash Flow Acumulado	(32.514.013,38) €	(29.449.480,26) €	(26.440.685,46) €	(23.486.797,59) €	(20.588.800,16) €	(6.913.578,46) €	(4.337.076,00) €	(1.812.052,21) €	662.035,98 €	3.085.709,97 €	5.459.469,48 €	16.507.765,69 €	22.700.862,70 €	26.411.283,95 €

TIR (30 años)	5,93%
Pay Back	12 años

**DOCUMENTO NÚM.4
PLANOS**

ÍNDICE DE PLANOS

1. Localización y Cambio de ubicación

- 1.1. Localización
- 1.2. Cambio de ubicación

2. Emplazamiento y situación

3. Preexistencias y entorno

- 3.1. Estado actual
- 3.2. Entorno y afectaciones
- 3.3. Afectaciones directas

4. Planta general

- 4.1. Planta general Topográfico BESS
- 4.2. Planta general Ortofoto BESS
- 4.3. Planta general Evacuación
- 4.4. Planta general Presión sonora
- 4.5. Planta general Accesos

5. Obra civil

- 5.1.1 Obra civil Implantación
- 5.1.2 Obra civil Secciones
- 5.1.3 Obra civil Drenaje
- 5.2. Obra civil Bancadas de hormigón
- 5.3. Obra civil Zanjas
- 5.4. Obra civil Secciones tipo viales
- 5.5. Obra civil Cierre perimetral

6. Instalaciones

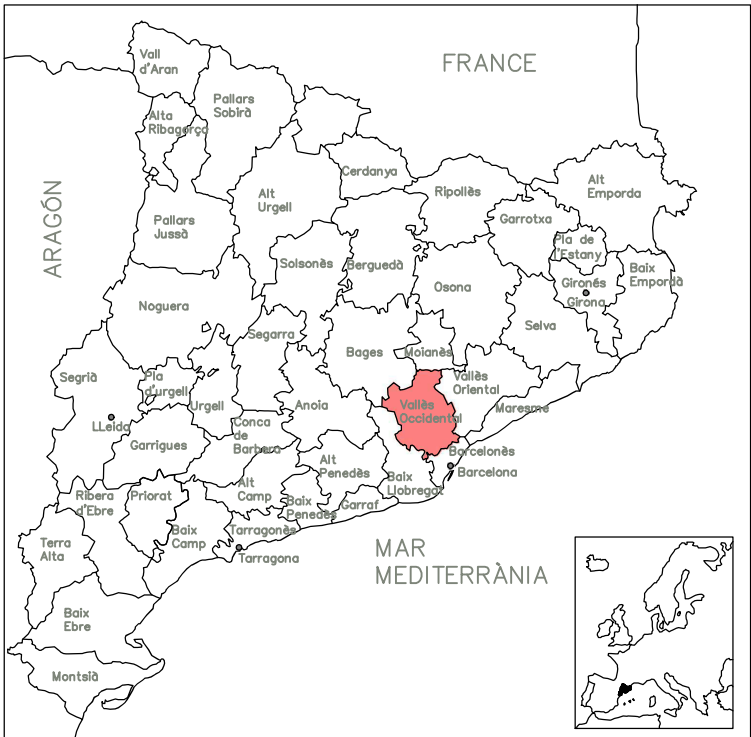
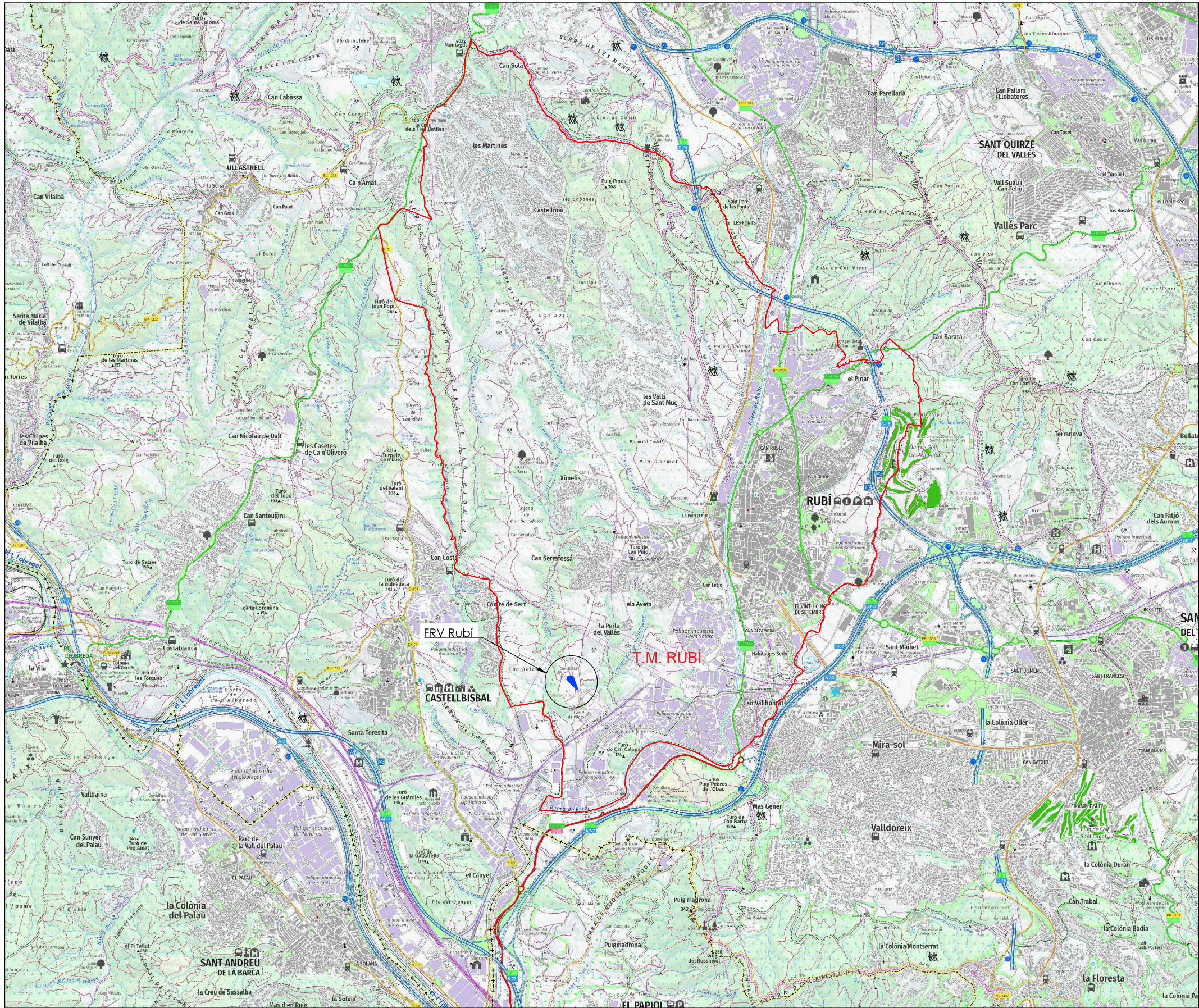
- 6.1. Esquema eléctrico del sistema
- 6.2. Esquema Unifilar Centro de reparto
- 6.3. Red de tierras BESS

7. Centro de Reparto

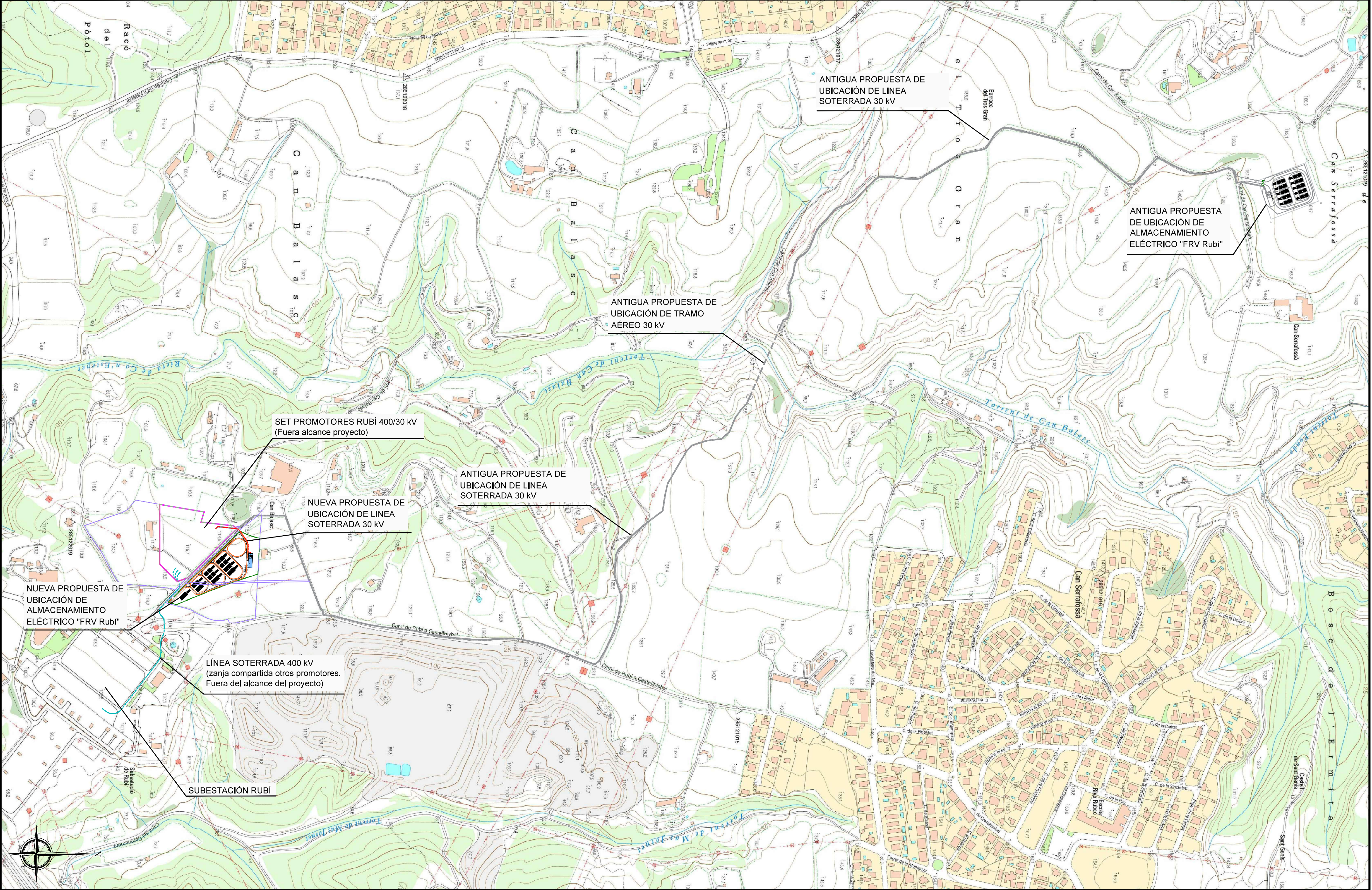
- 7.1. Centro de Reparto Definición geométrica
- 7.2. Centro de Reparto Protección contra incendios y ventilación

7.3. Centro de Reparto Red de tierras

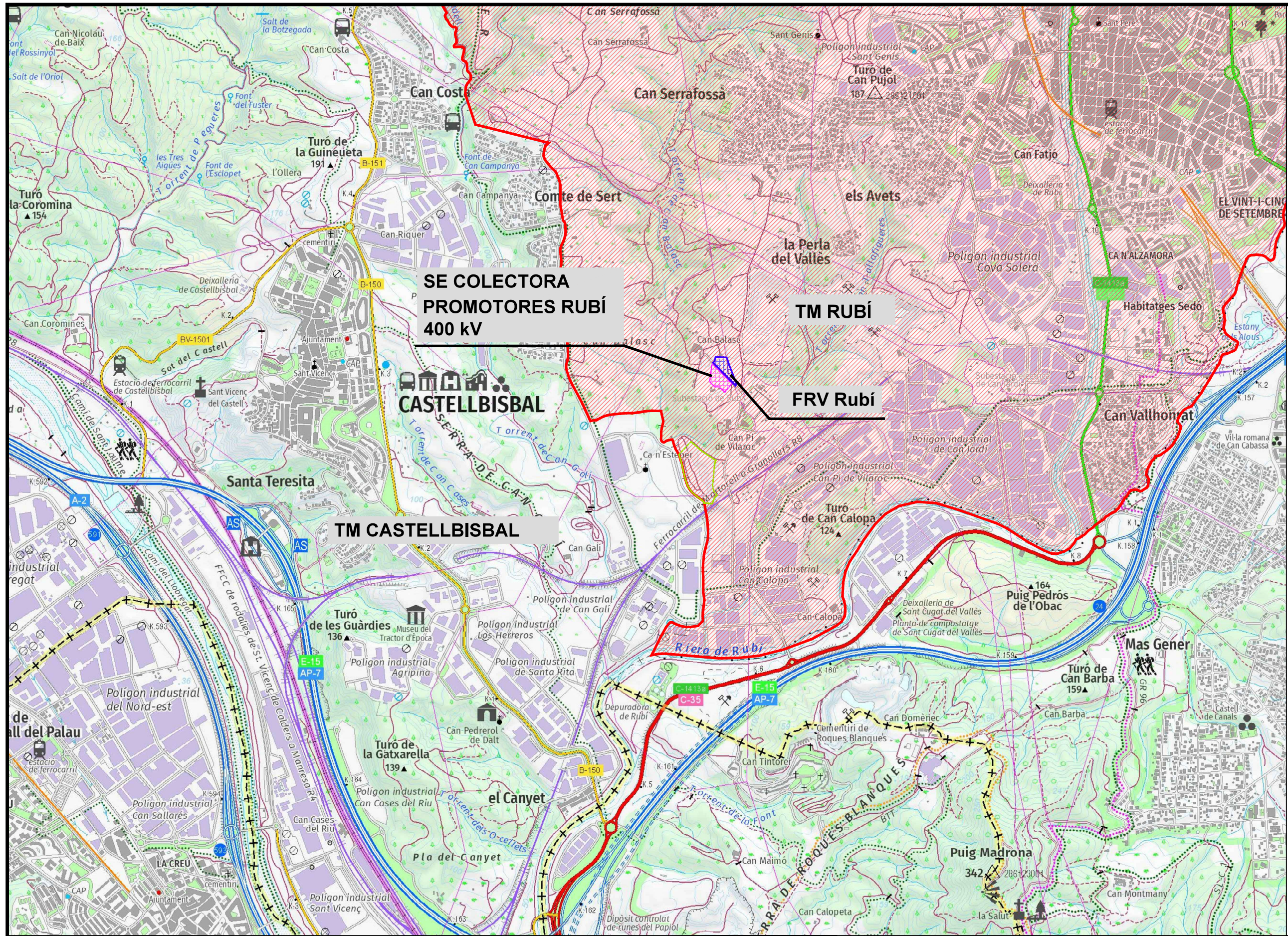
8. Afectación urbanística (RBDA)



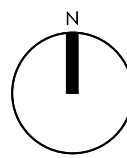
LEYENDA			N	FECHA	ESCALA	1/50.000	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:			
				12/25	DIBUJADO	HD			efener e3	frv			
	LÍMITE MUNICIPIO			12/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO						
	EMPLAZAMIENTO SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO (FRV Rubí)			12/25	REVISADO	JG	LOCALIZACIÓN VALLÈS OCCIDENTAL T.M. RUBÍ		N. PLANO:	1.1	Hoja:	1	
				Formato A3					PROYECTO:	643.02	Sigue:	-	

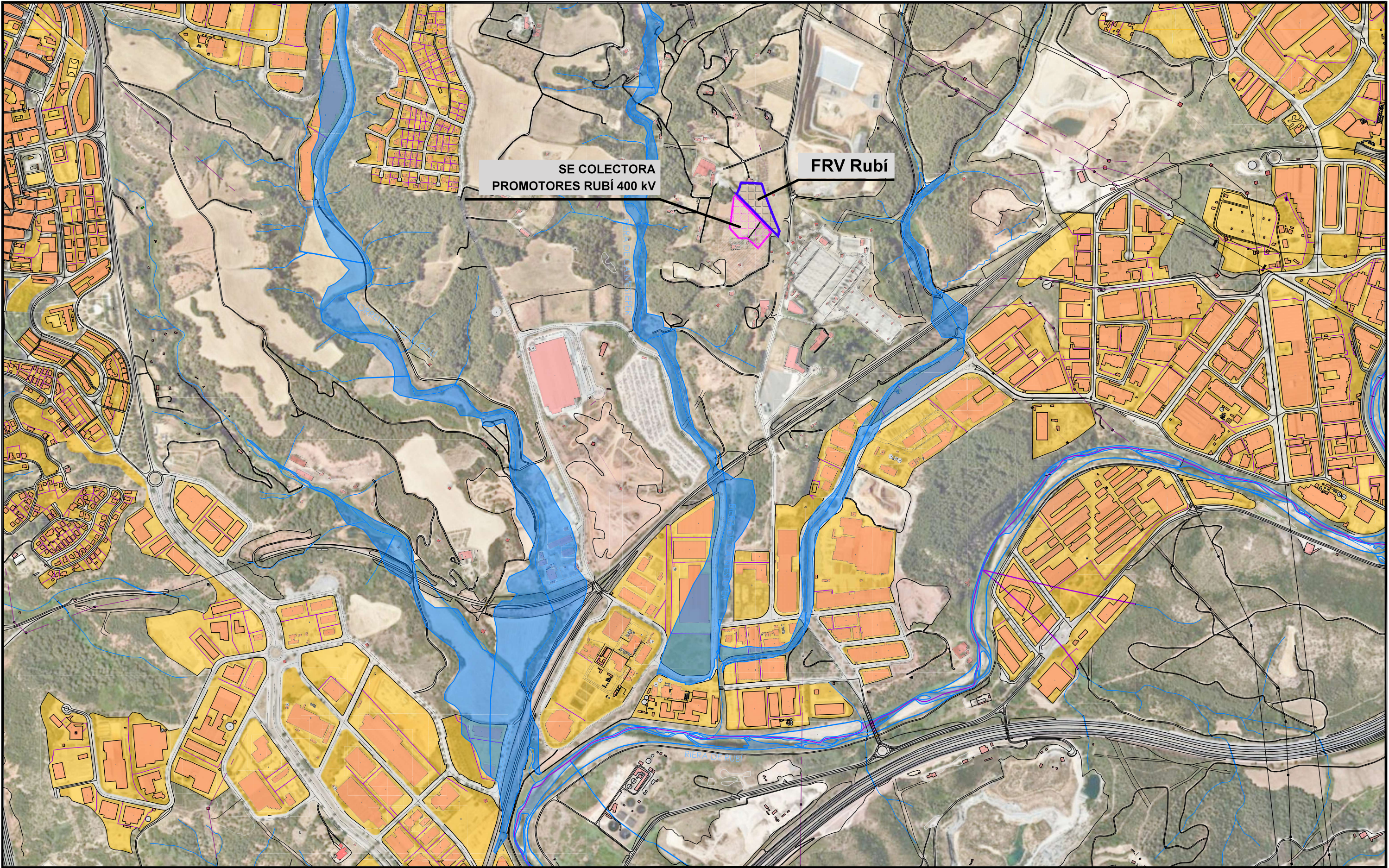


LEYENDA:	FECHA	ESCALA	1/4.000	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	
	12/25	DIBUJADO	HD		
	12/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO	
	12/25	REVISADO	JG	PLANTA GENERAL	
			Formato A2	CAMBIO DE UBICACIÓN	
				CONSULTOR:	PROMOTOR:
				efener	frv
				N. PLANO:	1.2
				PROYECTO:	643.02
					Hoja: 1
					Sigue:



- LEYENDA
- LÍMITE TÉRMINO MUNICIPAL
 - PEIN / XARXA NATURA
 - CARRETERA PRINCIPAL
 - VIA RÁPIDA
 - CARRETERA COMARCAL
 - CARRETERA SECUNDARIA
 - CAMINO GR
 - TORRENTE/RIO
 - LÍNEA AT EXISTENTE
 - SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO (FRV Rubí)
 - SUBESTACIÓN COLECTORA PROMOTORES RUBÍ 400 kV
 - OTRAS INSTALACIONES BESS PREVISTAS/EXISTENTES
 - OTRAS INSTALACIONES RENOVABLES PREVISTAS/EXISTENTES

	FECHA	ESCALA	1/20.000	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:
	12/25	DIBUJADO	EG	PROYECTO EJECUTIVO			
	12/25	VERIFICADO	JG	EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN		N. PLANO:	2
	12/25	REVISADO	JG	VALLÈS OCCIDENTAL		Hoja:	1
Formato A3				TM RUBÍ		PROYECTO:	643.02
						Sigue:	-

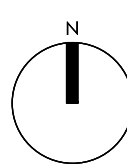


LEYENDA

	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO (BESS)
	SE COLECTORA PROMOTORES RUBÍ 400 kV
	CAMINO EXISTENTE
	CARRETERA
	LÍNEA AT EXISTENTE
	CORTAFUEGOS

	ELEMENTO ARQUITECTÓNICO
	NÚCLEO URBANO
	PEIN / XARXA NATURA2000
	FUENTE
	TORRENTEE / RÍO
	INUNDABILIDAD

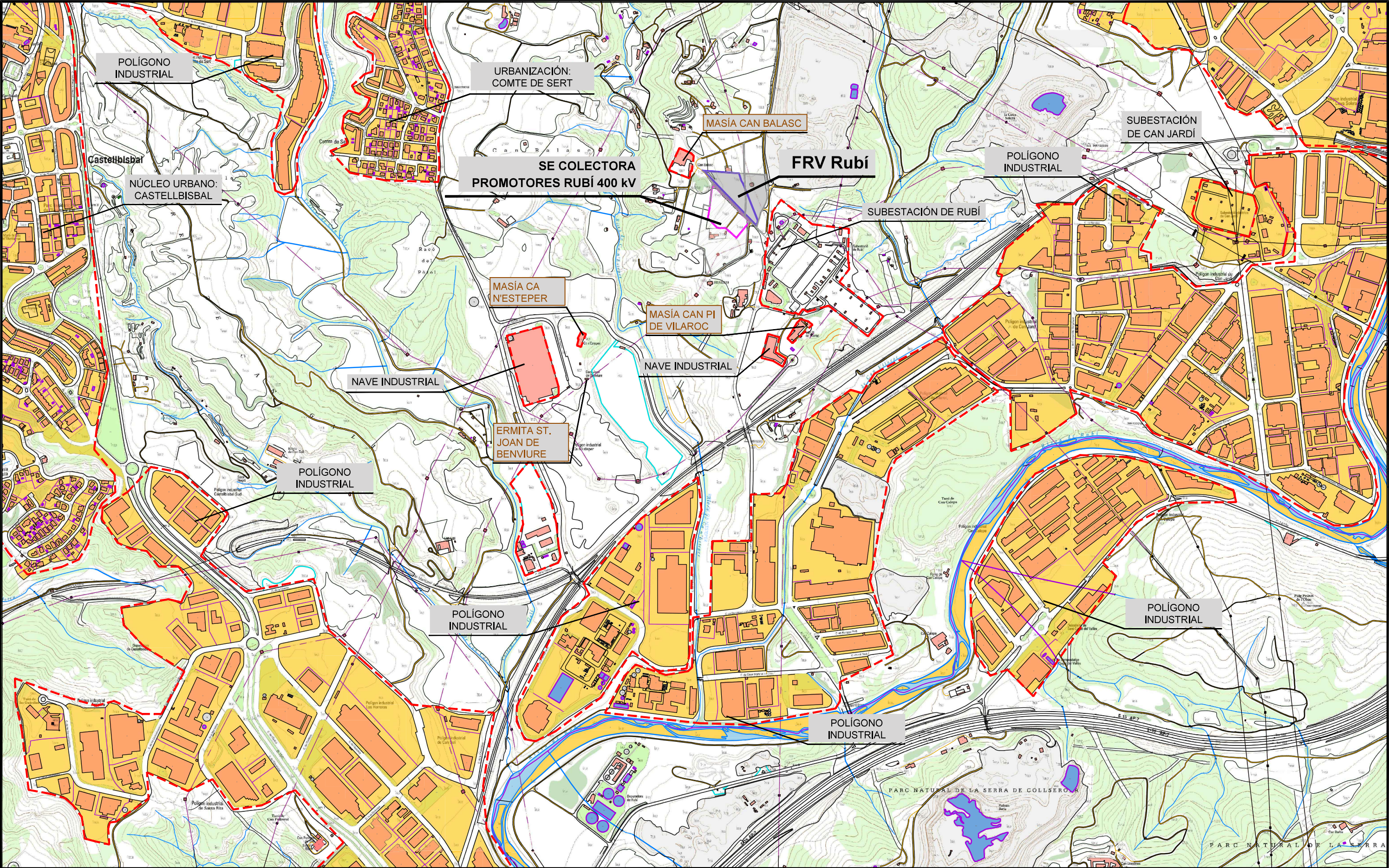
NOTA:
EL TÉRMINO MUNICIPAL DE RUBÍ NO
ESTÁ DENTRO DEL ÁMBITO DEL PEIN /
XARXA NATURA 2000



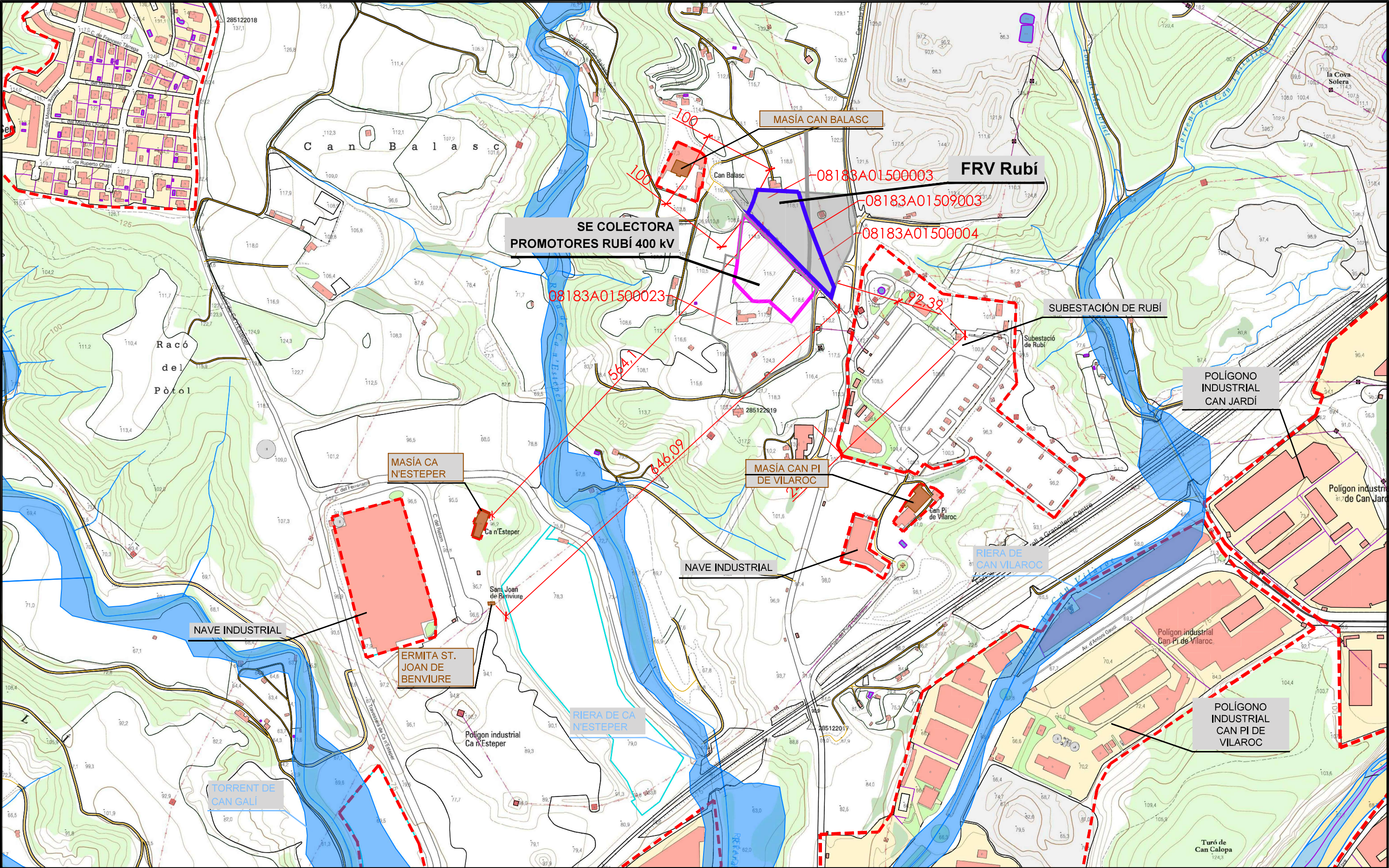
FECHA	ESCALA	1/10.000
12/25	DIBUJADO	EG
12/25	VERIFICADO	JG
12/25	REVISADO	JG
Formato A3		

ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	
PROYECTO EJECUTIVO	
ESTADO ACTUAL PLANTA GENERAL TM RUBÍ	

CONSULTOR: 	PROMOTOR: 	
N. PLANO:	3.1	Hoja: 1
PROYECTO:	643.02	Sigue: -

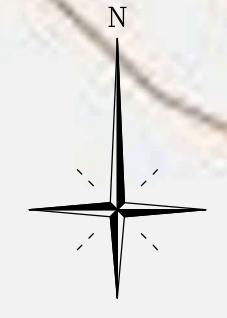
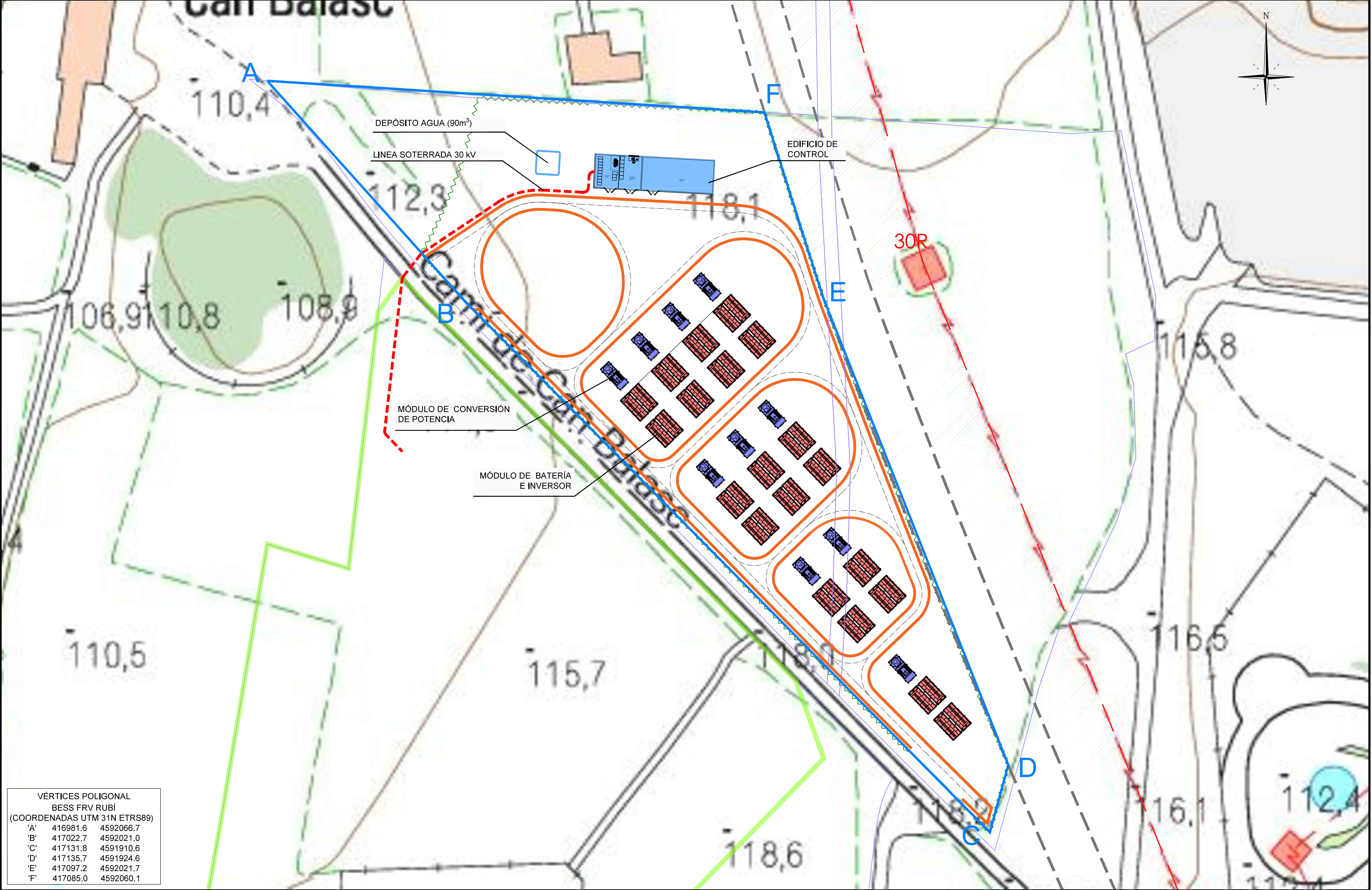


LEYENDA		N	FECHA	ESCALA	1/10.000	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:		
	CAMINO EXISTENTE		12/25	DIBUJADO	EG	PROYECTO EJECUTIVO		efener e3	frv		
	CARRETERA		12/25	VERIFICADO	JG						
	ZONAS URBANAS		12/25	REVISADO	JG	ENTORNO Y AFECTACIONES		N. PLANO:	3.2	Hoja:	1
	ELEMENTO ARQUITECTÓNICO		Formato A3		PLANTA GENERAL		PROYECTO:	643.02	Signe:	-	
	NÚCLEO URBANO			TM RUBÍ							
	BIENES ARQUITECTÓNICOS										



LEYENDA			N	FECHA	ESCALA	1/5.000	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	CONSULTOR:	PROMOTOR:	
7.5	NÚCLEO URBANO / CONJUNTO ARQUITECTÓNICO			CAMINO EXISTENTE	0808AA00400079	LAAT EXISTENTE			TORRE SOPORTE LAAT	efener e3
	DISTANCIA A ELEMENTO ARQUITECTÓNICO			SENDERO						
	ELEMENTO ARQUITECTÓNICO			FUENTE						
	LÍMITE ÁMBITO SISTEMA FRV Rubí			TORRENTE / RÍO						
	LÍMITE ÁMBITO SE COLECTORA PROMOTORES 400 kV			INUNDABILIDAD (ACA)						
			CORTAFUEGO EXISTENTE		PARCELA AFECTADA BESS		PARCELA AFECTADA SET			
					BIENES ARQUITECTÓNICOS					

12/25	DIBUJADO	EG	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	CONSULTOR:	PROMOTOR:	
12/25	VERIFICADO	JG		PROYECTO EJECUTIVO	N. PLANO:	3.3.1
12/25	REVISADO	JG			AFECTACIONES DIRECTAS PLANTA GENERAL TM RUBÍ	PROYECTO:
Formato A3						Hoja:
					Sigue:	-



VÉRTICES POLIGONAL BESS FRV RUBÍ (COORDENADAS UTM 31N ETRS89)		
'A'	416981.6	4592066.7
'B'	417022.7	4592021.0
'C'	417131.8	4591910.6
'D'	417135.7	4591924.6
'E'	417097.2	4592021.7
'F'	417085.0	4592060.1

LEYENDA:			
	BESS		ZONA DE TRÁNSITO (VIALES)
	TRANSFORMADOR		CIERRE PERIMETRAL
	INVERSOR		CENTRO DE CONTROL
	LÍMITE PARCELA		DISTANCIA VANO REE
	SET PROMOTORES		LÍNEA SOTERRADA EVACUACIÓN 30 kV
			DISTANCIA SERVITUD REE

FECHA	ESCALA	1/500	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:
12/25	DIBUJADO	HD	PROYECTO EJECUTIVO			
12/25	VERIFICADO	JP	PLANTA GENERAL ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO		N. PLANO:	4.1
12/25	REVISADO	JB	BASE TOPOGRÁFICA		PROYECTO:	643.02
Formato A2					Hoja:	1
					Sigue:	-



VÉRTICES POLIGONAL BESS FRV RUBÍ (COORDENADAS UTM 31N ETRS89)		
'A'	416981.6	4592066.7
'B'	417022.7	4592021.0
'C'	417131.8	4591910.6
'D'	417135.7	4591924.6
'E'	417097.2	4592021.7
'F'	417085.0	4592060.1

LEYENDA:				FECHA	ESCALA	1/500	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:
BESS	ZONA DE TRÁNSITO (VIALES)	LÍMITE PARCELA	SET PROMOTORES	12/25	DIBUJADO	HD	PROYECTO EJECUTIVO			
TRANSFORMADOR	CIERRE PERIMETRAL	DISTANCIA VANO REE	LÍNEA SOTERRADA EVACUACIÓN 30 kV	12/25	VERIFICADO	JP	PLANTA GENERAL ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO		N. PLANO:	4.2
INVERSOR	CENTRO DE CONTROL	DISTANCIA SERVITUD REE		12/25	REVISADO	JB	BASE ORTOFOTO		PROYECTO:	643.02
				Formato A2					Hoja:	1
									Sigue:	-

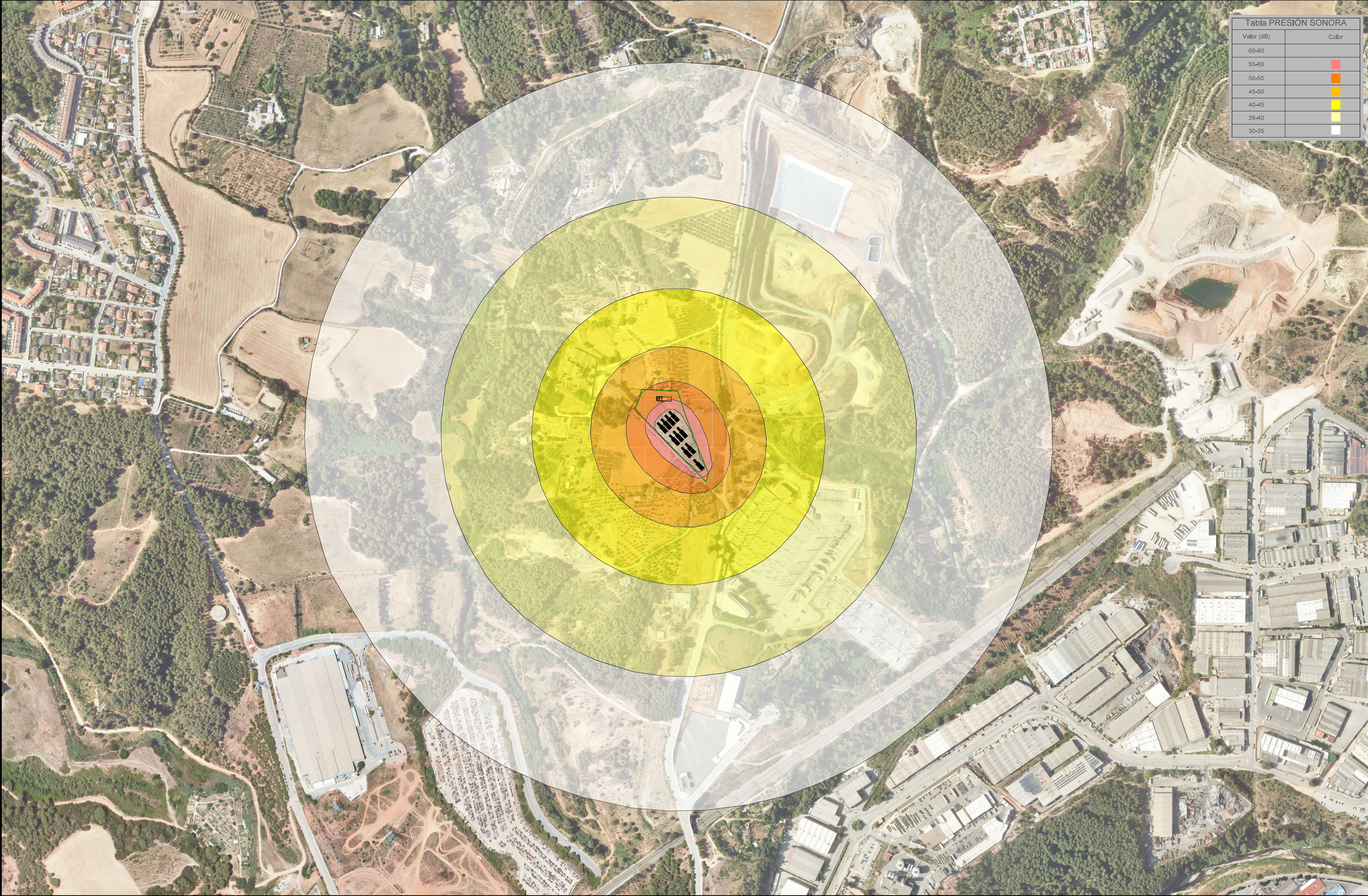
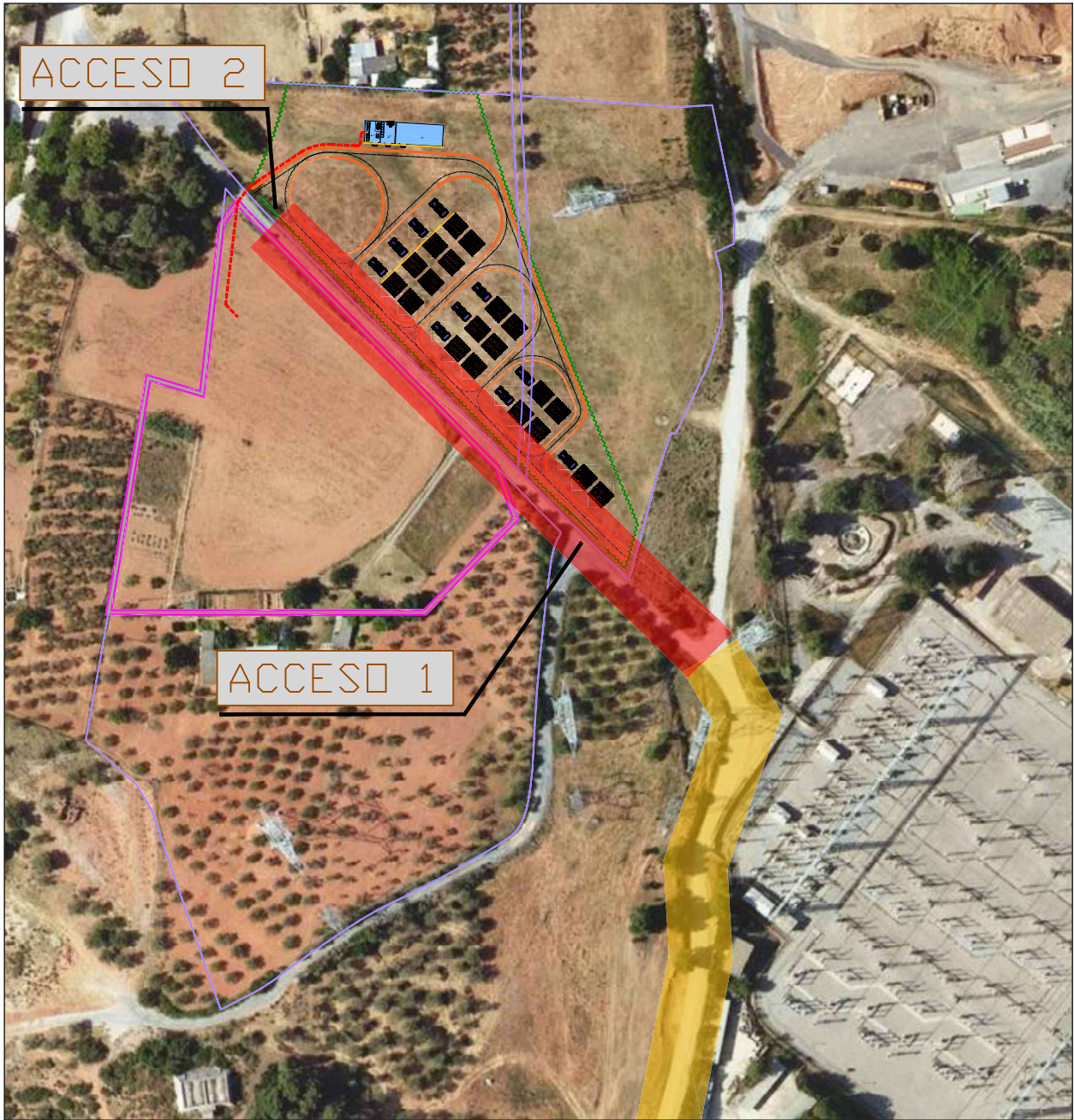


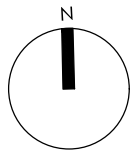
Tabla PRESIÓN SONORA	
Valor (dB)	Color
60-80	
55-60	
50-55	
45-50	
40-45	
35-40	
30-35	

FECHA			ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"			CONSULTOR:	PROMOTOR:
12/25	DIBUJADO	HD	PROYECTO EJECUTIVO			efener e3	frv
12/25	VERIFICADO	JG					
12/25	REVISADO	JG	PLANTA GENERAL			N. PLANO:	4.4
Formato A2			PRESIÓN SONORA			PROYECTO:	643.02
						Sigue:	-



LEYENDA:

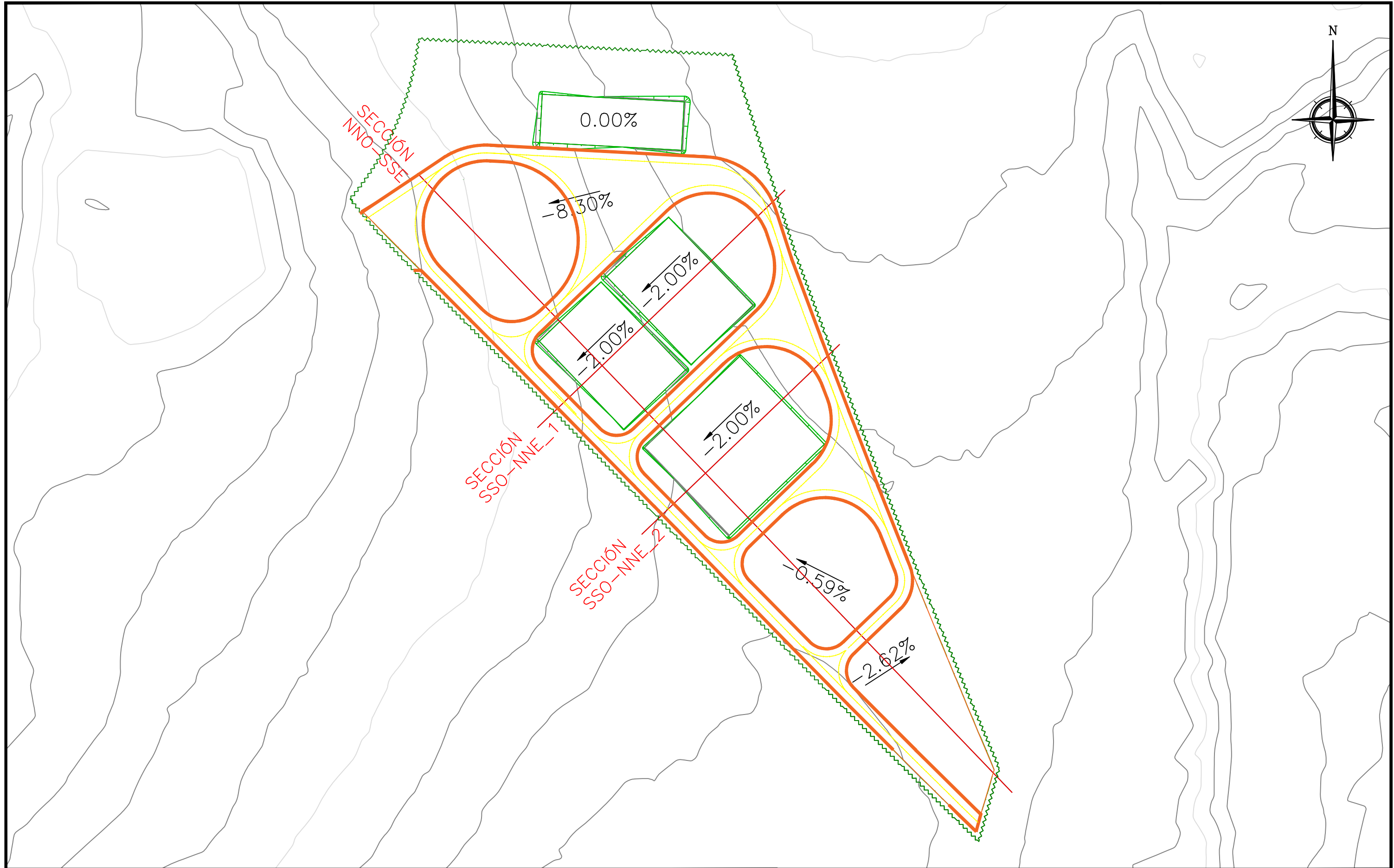
- LÍMITE ÁMBITO SISTEMA ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO FRV Rubí
- LÍMITE ÁMBITO SET PROMOTORES RUBÍ 400 kV (Fuera del alcance del proyecto)
- CARRETERA PRINCIPAL
- CARRETERA SECUNDARIA / CALLE
- CAMINO



FECHA	ESCALA	VIAS
12/25	DIBUJADO	EG
12/25	VERIFICADO	JG
12/25	REVISADO	JG
Formato A2		

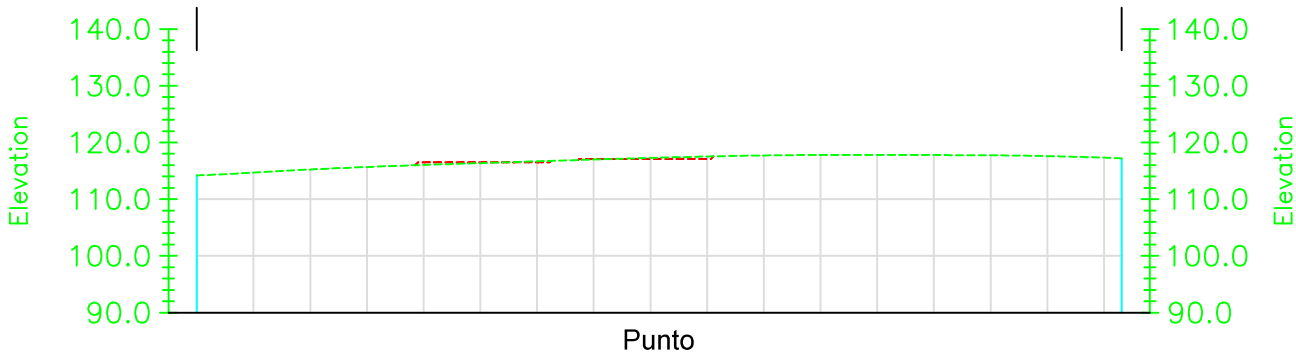
ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	
PROYECTO EJECUTIVO	
PLANTA GENERAL	
ACCESO A SAE	

CONSULTOR:	PROMOTOR:
efener e3	frv
N. PLANO:	4.5
PROYECTO:	643.02
Hoja:	1
Sigue:	-



	FECHA	ESCALA	1/750	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	CONSULTOR:	PROMOTOR:			
	12/25	DIBUJADO	HD		efener e3				
	12/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO					
	12/25	REVISADO	JG	OBRA CIVIL		N. PLANO:	5.1	Hoja:	1
	Formato A3			PLANTA GENERAL ADECUACIÓN PLATAFORMAS		PROYECTO:	646.02	Sigue:	3

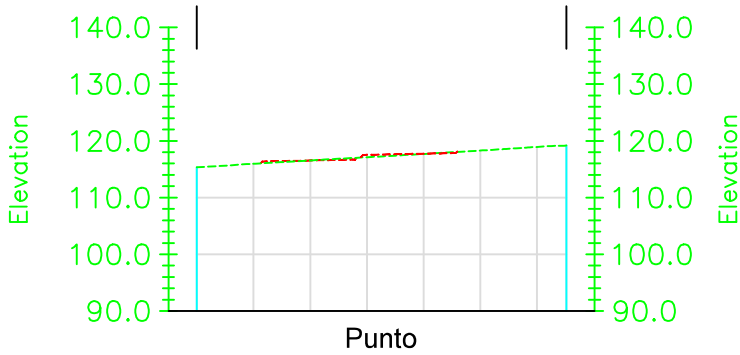
Vista Perfil Alineacion NNO-SSE



Distancia a Origen

0+000.00	0+005.00	0+010.00	0+015.00	0+020.00	0+025.00	0+030.00	0+035.00	0+040.00	0+045.00	0+050.00	0+055.00	0+060.00	0+065.00	0+070.00	0+075.00	0+080.00	0+085.00	0+090.00	0+095.00	0+100.00	0+105.00	0+110.00	0+120.00	0+125.00	0+130.00	0+135.00	0+140.00	0+145.00	0+150.00	0+155.00	0+160.00	0+163.10
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

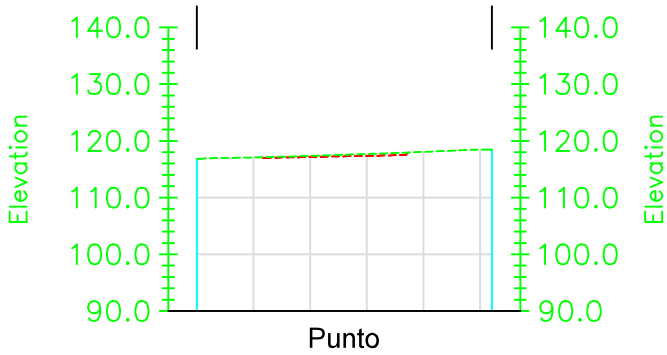
Vista Perfil Alineacion SSO-NNE_1



Distancia a Origen

0+000.00	0+005.00	0+010.00	0+015.00	0+020.00	0+025.00	0+030.00	0+035.00	0+040.00	0+045.00	0+050.00	0+055.00	0+060.00	0+065.00
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

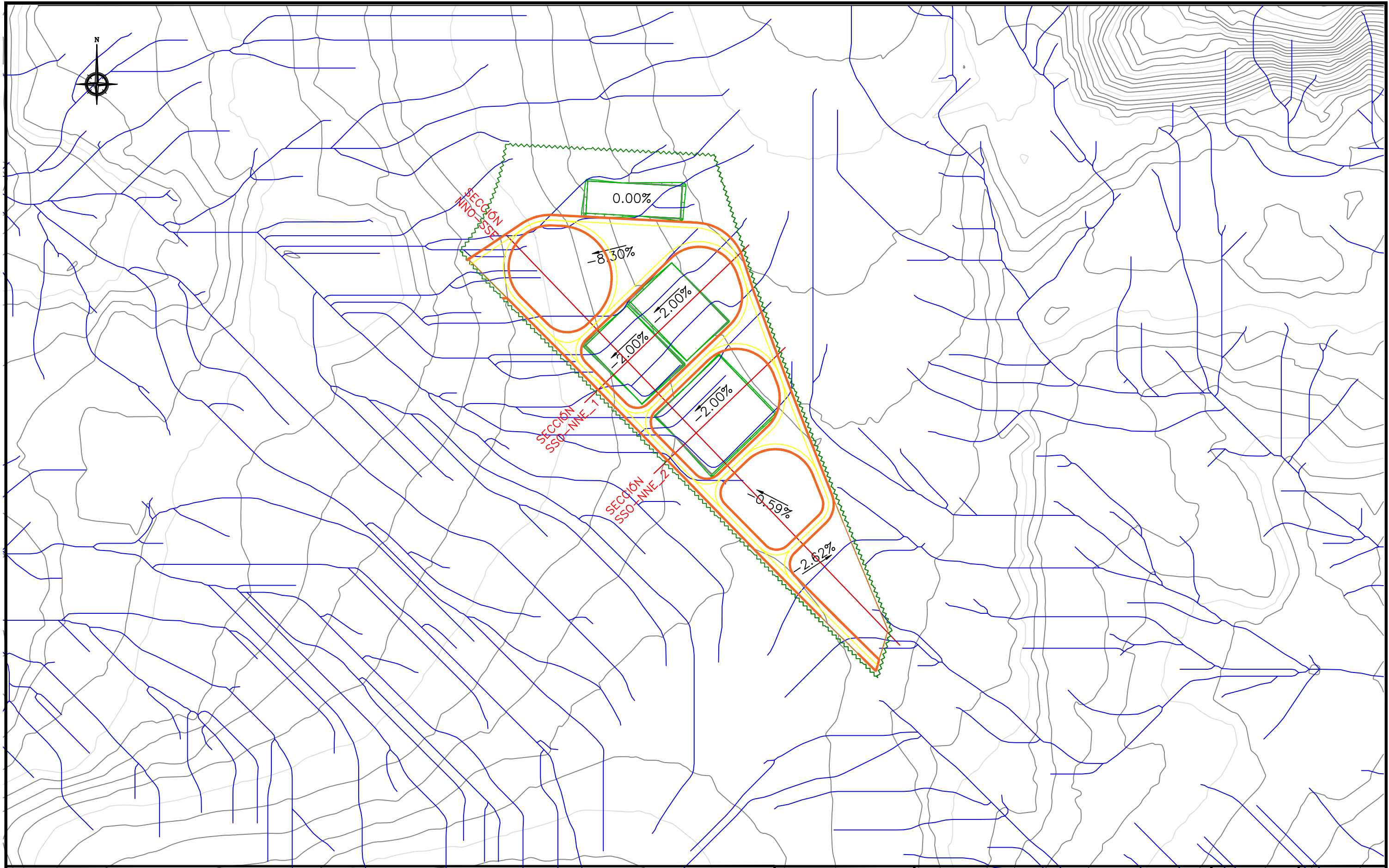
Vista Perfil Alineacion SSO-NNE_2



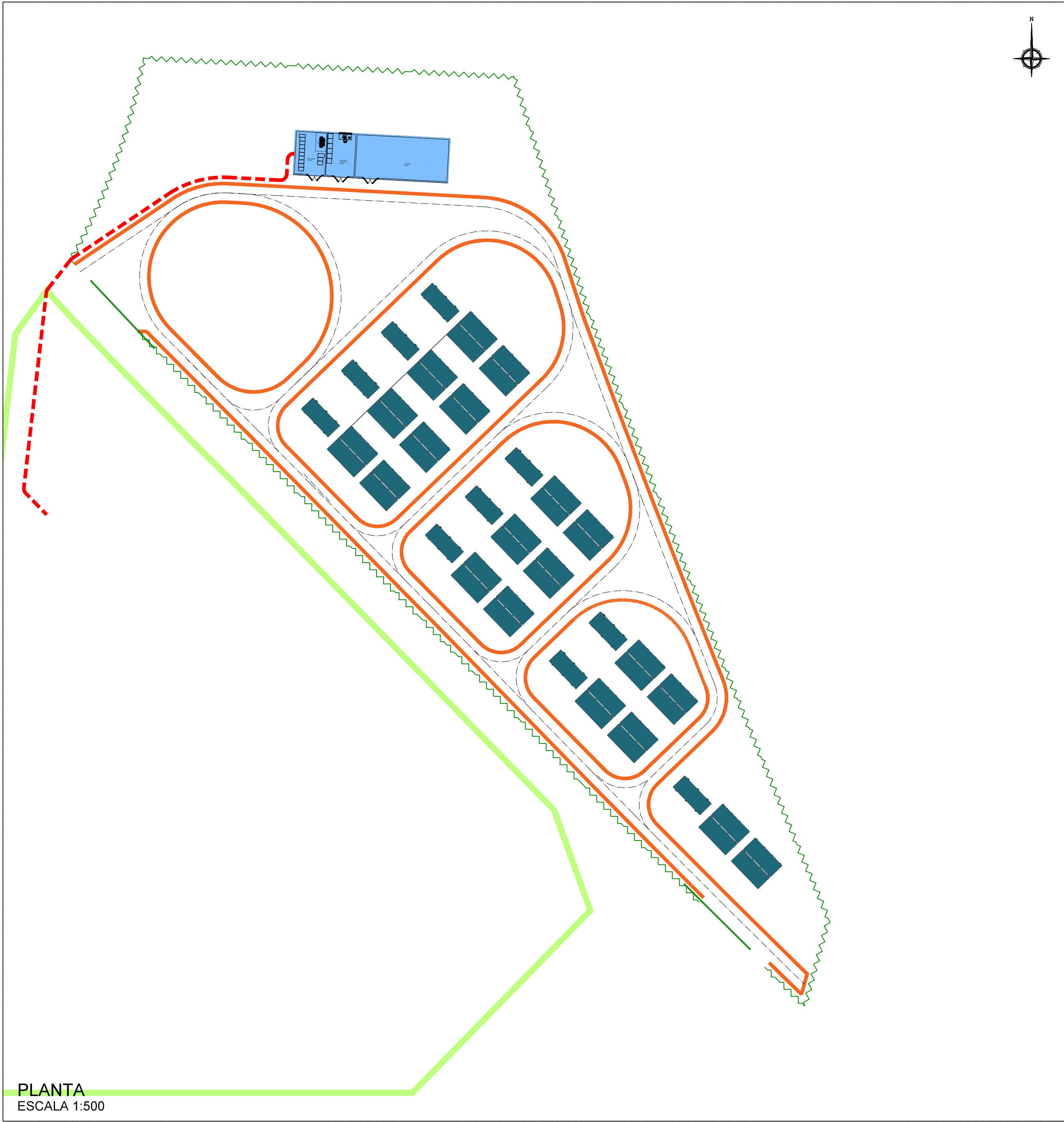
Distancia a Origen

0+000.00	0+005.00	0+010.00	0+015.00	0+020.00	0+025.00	0+030.00	0+035.00	0+040.00	0+045.00	0+050.00	0+052.00
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

	FECHA	ESCALA	-	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	CONSULTOR:	PROMOTOR:	
	12/25	DIBUJADO	HD		efener e³	frv	
	12/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO			
	12/25	REVISADO	JG	OBRA CIVIL	N. PLANO:	5.1	Hoja: 2
	Formato A3			SECCIONES ADECUACIÓN PLATAFORMAS	PROYECTO:	646.02	Sigue: 3



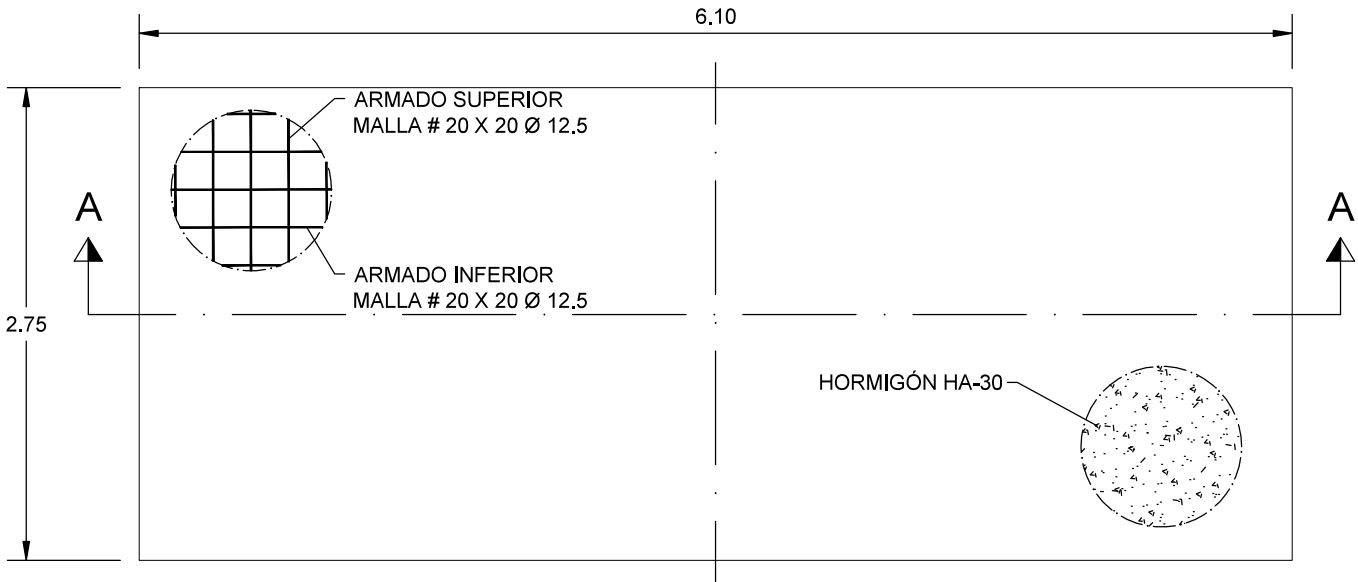
			ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:	
			PROYECTO EJECUTIVO		efener e³	frv	
			OBRA CIVIL		N. PLANO:	5.1	Hoja: 3
			DRENAJE PLUVIALES		PROYECTO:	643.02	Sigue: 3
FECHA	ESCALA	1:1000					
12/25	DIBUJADO	HD					
12/25	VERIFICADO	JG					
12/25	REVISADO	JG					
Formato A3							



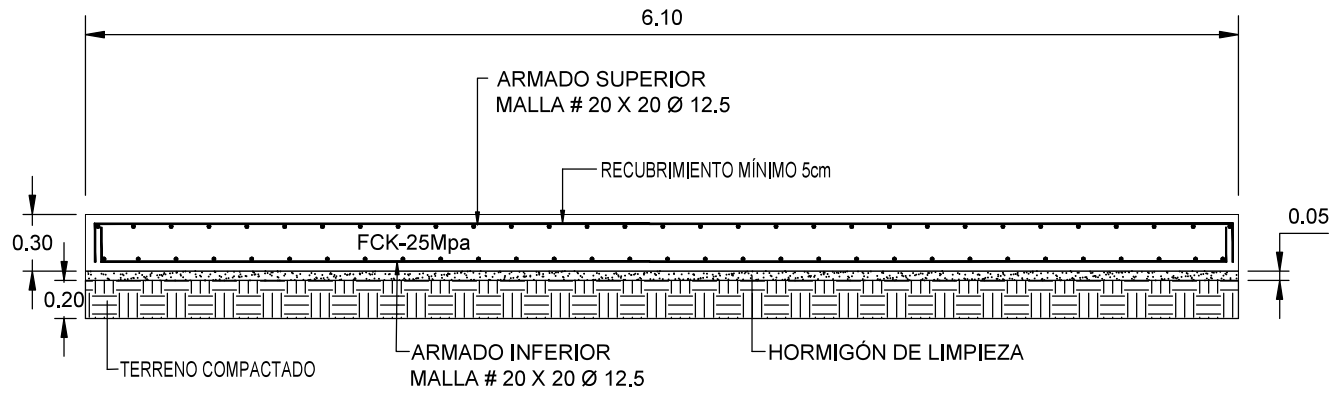
PLANTA
ESCALA 1:500

LEYENDA:

- BANCADA DE HORMIGÓN (6,10x2,75x0,3m)
- ZONA DE TRÁNSITO
- CERRAMIENTO PERIMETRAL

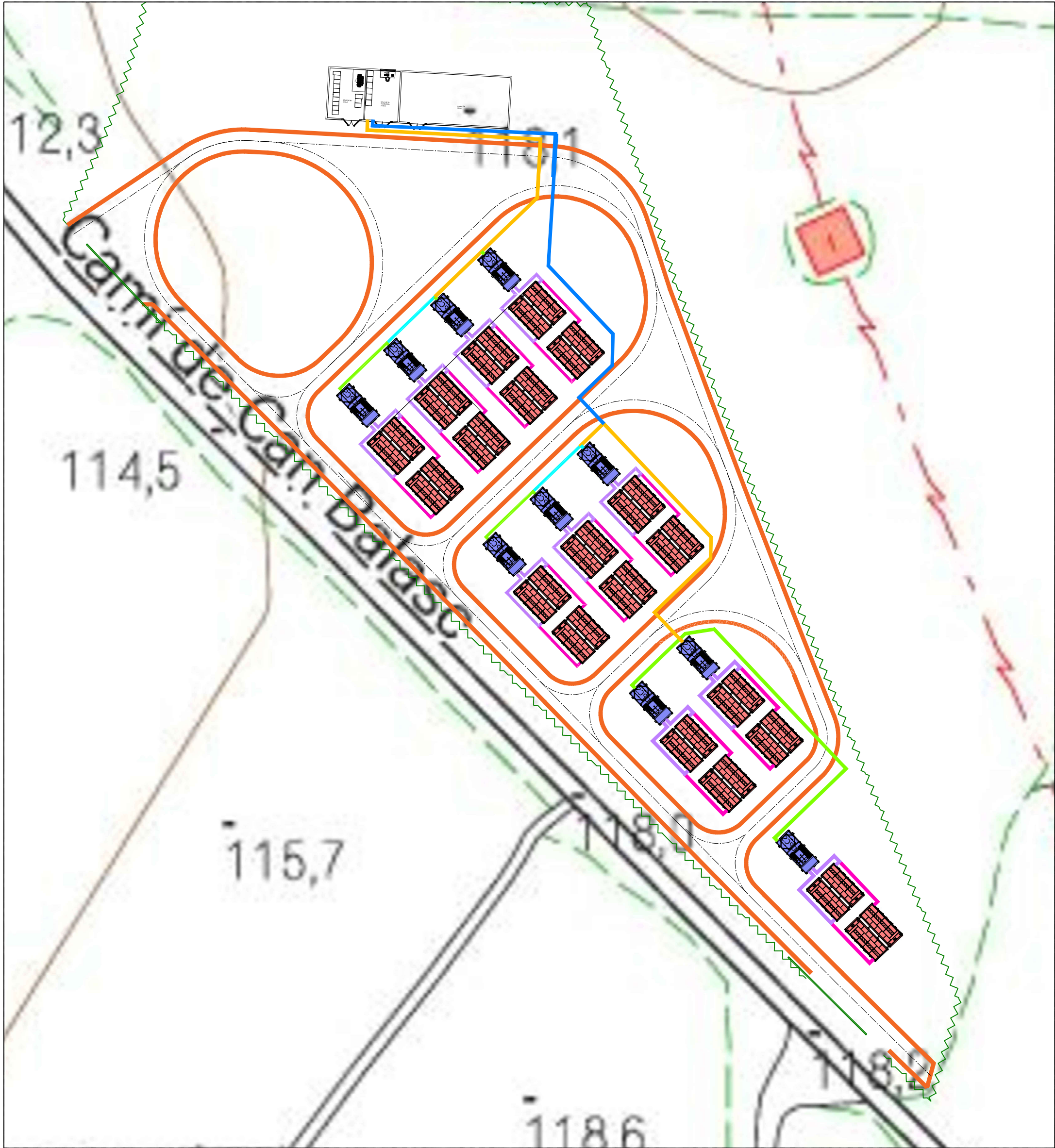


DETALLE PLANTA BANCADA
ESCALA 1:40

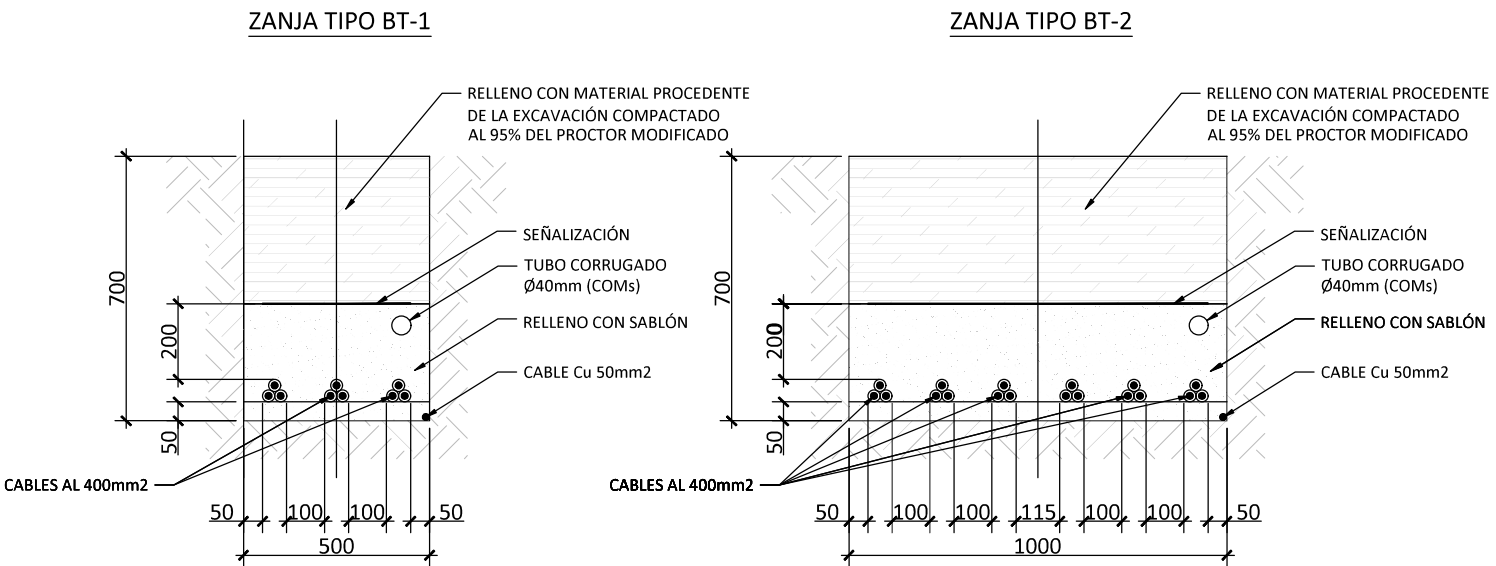


SECCIÓN A-A
ESCALA 1:40

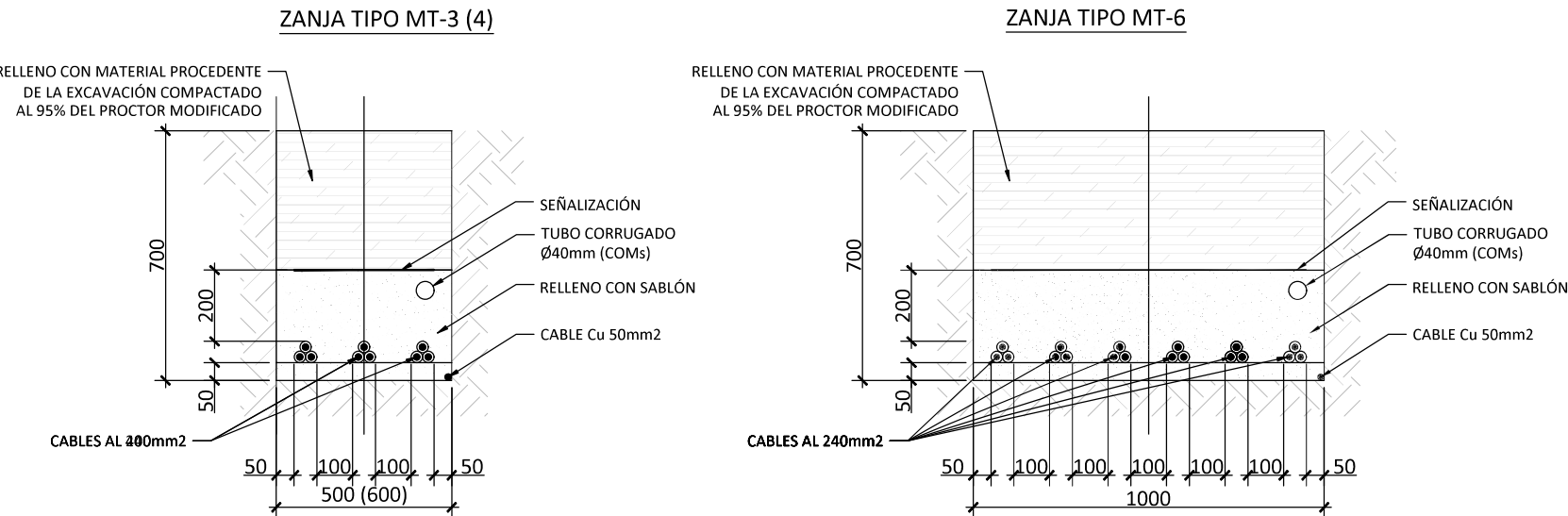
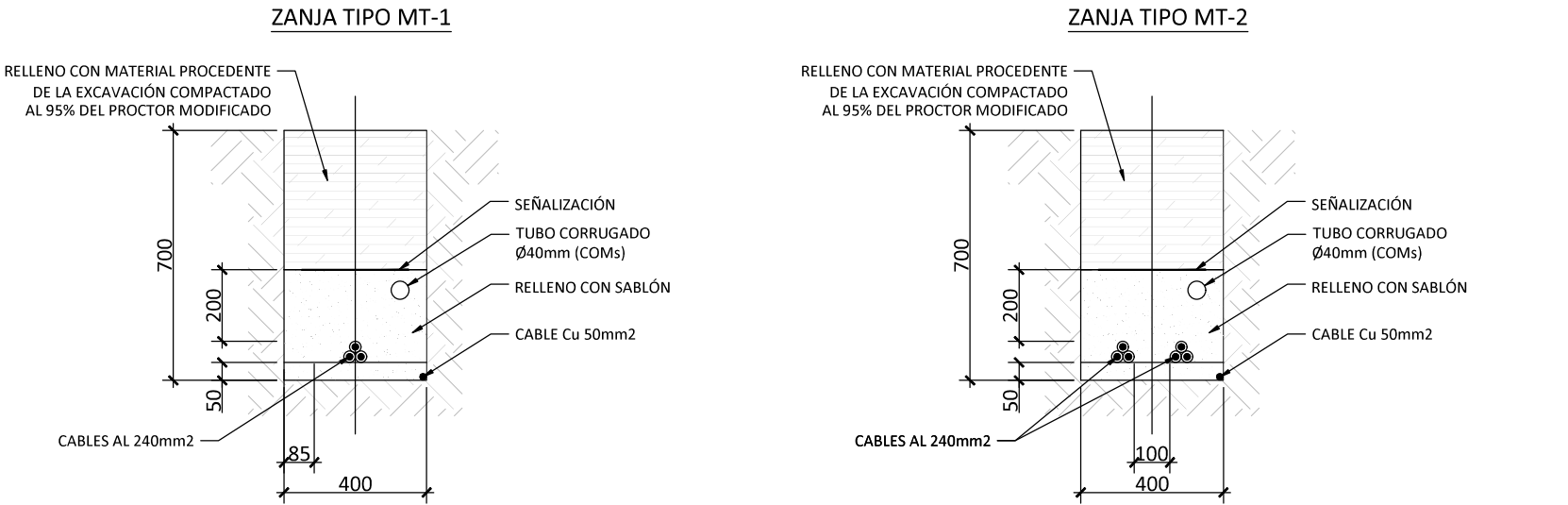
FECHA	ESCALA	VIAS	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"		CONSULTOR:	PROMOTOR:
12/25	DIBUJADO	HD	PROYECTO EJECUTIVO		efener e3	frv
12/25	VERIFICADO	JP	OBRA CIVIL		N. PLANO:	5.2
12/25	REVISADO	JB	BANCADAS DE HORMIGÓN		PROYECTO:	643.02
Formato A2					Hoja:	1
					Sigue:	-



PLANTA
ESCALA 1:500

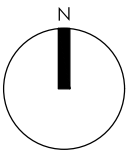


DETALLE ZANJAS TIPO BT
ESCALA 1:20



DETALLE ZANJAS TIPO MT
ESCALA 1:20

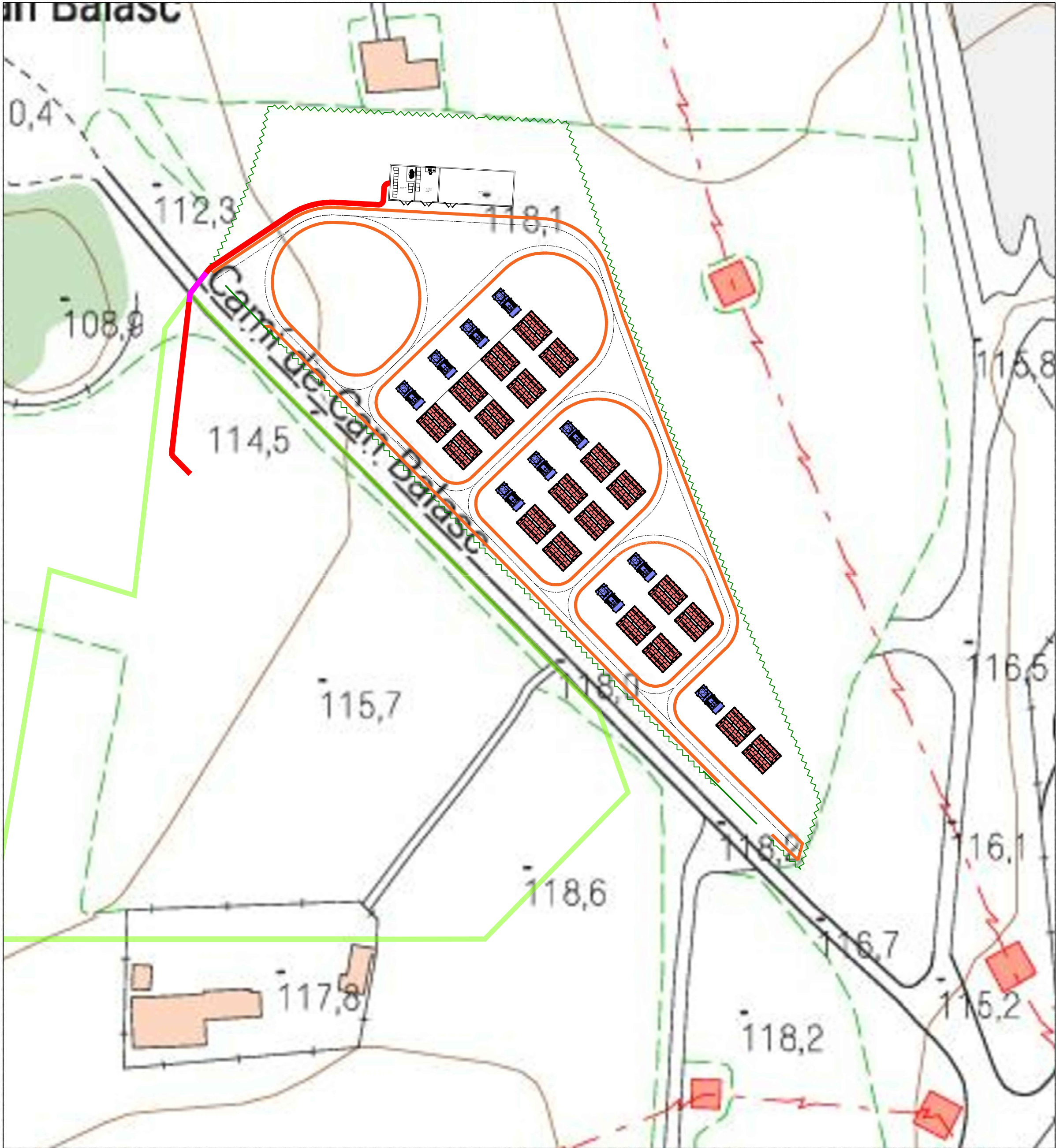
LEYENDA:					
	BESS		ZONA DE TRÁNSITO		ZANJA TIPO BT-1
	TRANSFORMADOR		CIERRE PERIMETRAL		ZANJA TIPO BT-2
					ZANJA TIPO MT-1
					ZANJA TIPO MT-3/MT-4
					ZANJA TIPO MT-2
					ZANJA TIPO MT-6



FECHA	ESCALA	VIAS
12/25	DIBUJADO	HD
12/25	VERIFICADO	JG
12/25	REVISADO	JG
Formato A2		

ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"	
PROYECTO EJECUTIVO	
OBRA CIVIL	
ZANJAS	
INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO	

CONSULTOR:	PROMOTOR:
N. PLANO:	5.3
PROYECTO:	643.02
Hoja:	1
Sigue:	2

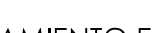


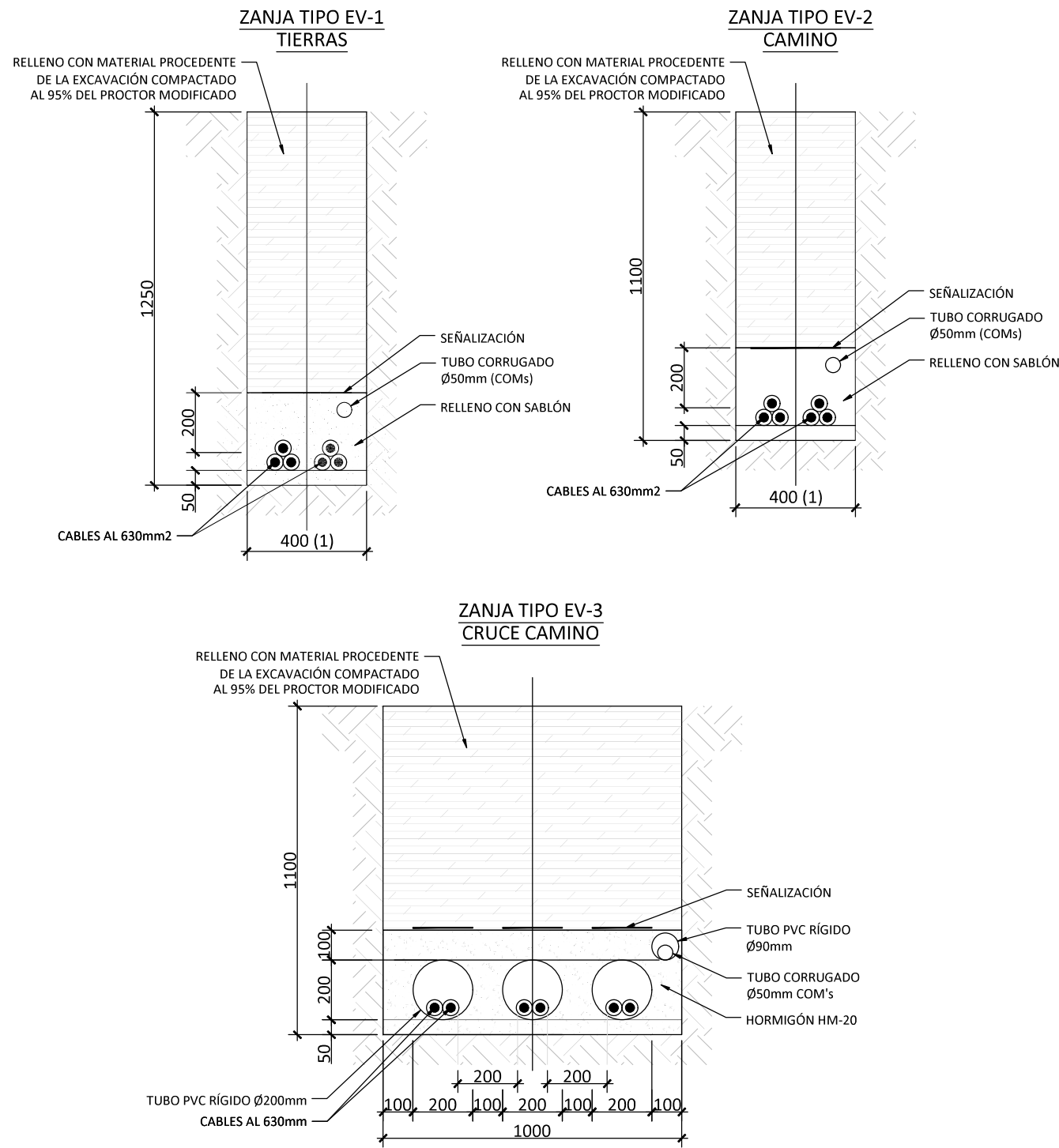
PLANTA
ESCALA 1:750

LEYENDA:

- | | | | | | |
|--|---------------|--|-------------------|--|-----------------|
| | BESS | | ZONA DE TRÁNSITO | | ZANJA TIPO EV-1 |
| | TRANSFORMADOR | | CIERRE PERIMETRAL | | ZANJA TIPO EV-2 |
| | | | | | ZANJA TIPO EV-3 |

NOTA: (1) En la fase de ejecución se considerará que el ancho de afectación de las zanjas de evacuación será de 1 m.

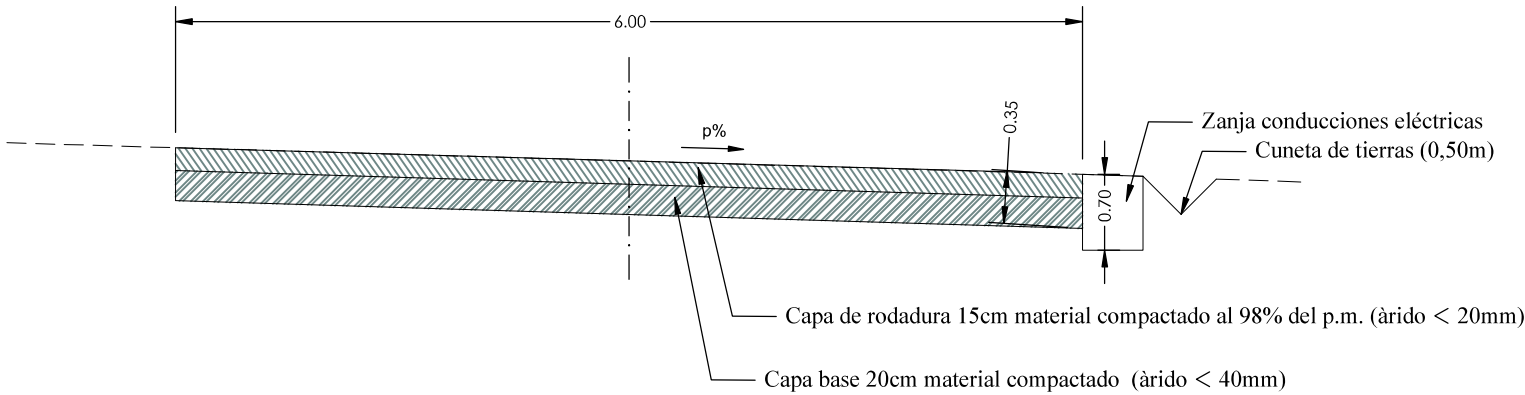
	FECHA	ESCALA	VARIAS	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"		CONSULTOR:	PROMOTOR:		
	12/25	DIBUJADO	HD						
	12/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO					
	12/25	REVISADO	JG	OBRA CIVIL		N. PLANO:	5.3	Hoja:	2
	Formato A2			INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO		PROYECTO:	643.02	Sigue:	-



DETALLE ZANJAS LÍNEA DE EVACUACIÓN
ESCALA 1:20

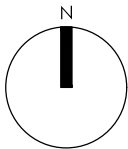
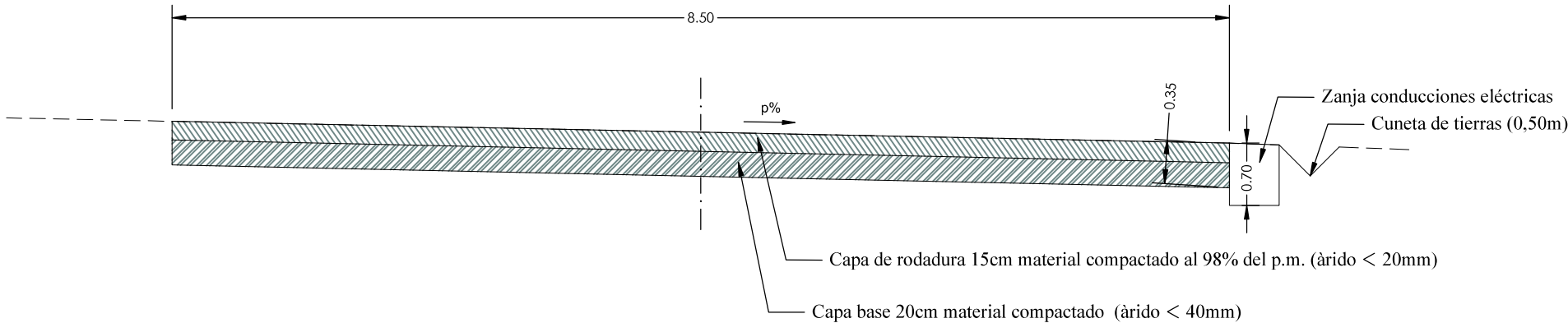
SECCIÓN TIPO VIAL DE ACCESO A LA INSTALACIÓN
(PENDIENTE DEL TERRENO NATURAL)

ESCALA 1 : 100



SECCIÓN TIPO VIAL INTERNO
(PENDIENTE DEL TERRENO NATURAL)

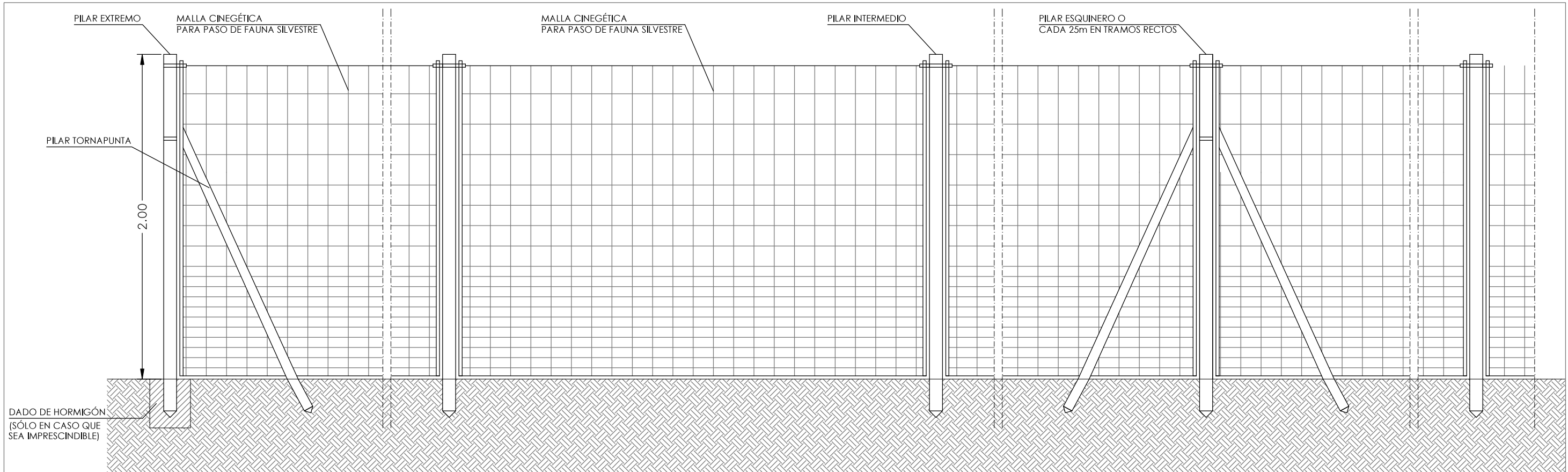
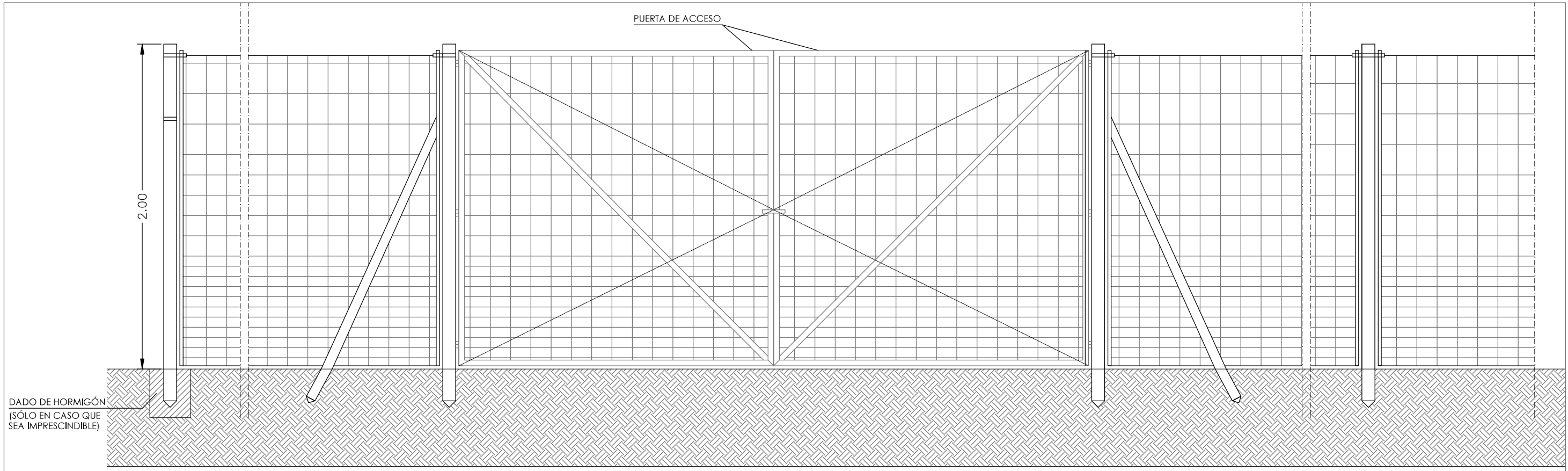
ESCALA 1 : 100



FECHA	ESCALA	1/100
06/25	DIBUJADO	OM
06/25	VERIFICADO	JG
06/25	REVISADO	JG
Formato A3		

ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	
PROYECTO EJECUTIVO	
OBRA CIVIL	
SECCIONES TIPO VIALES	

CONSULTOR: efener e³		PROMOTOR: frv	
N. PLANO: 5.4		Hoja: 1	
PROYECTO: 643.02		Sigue: -	



NOTA:

- Cierre perimetral cinegético permeable al tránsito de fauna silvestre local
- Los pilares de soporte del cierre perimetral se colocaran mediante el "sistema de hincado".
- Para hincar los pilares se buscará la profundidad necesaria para evitar, siempre que sea posible, el uso de dados de hormigón.

FECHA	ESCALA	1/25	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	CONSULTOR:	PROMOTOR:	
06/25	DIBUJADO	OM				
06/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO			
06/25	REVISADO	JG	OBRA CIVIL CIERRE PERIMETRAL	N. PLANO:	5.5	Hoja: 1
Formato A3				PROYECTO:	643.02	Sigue: 2

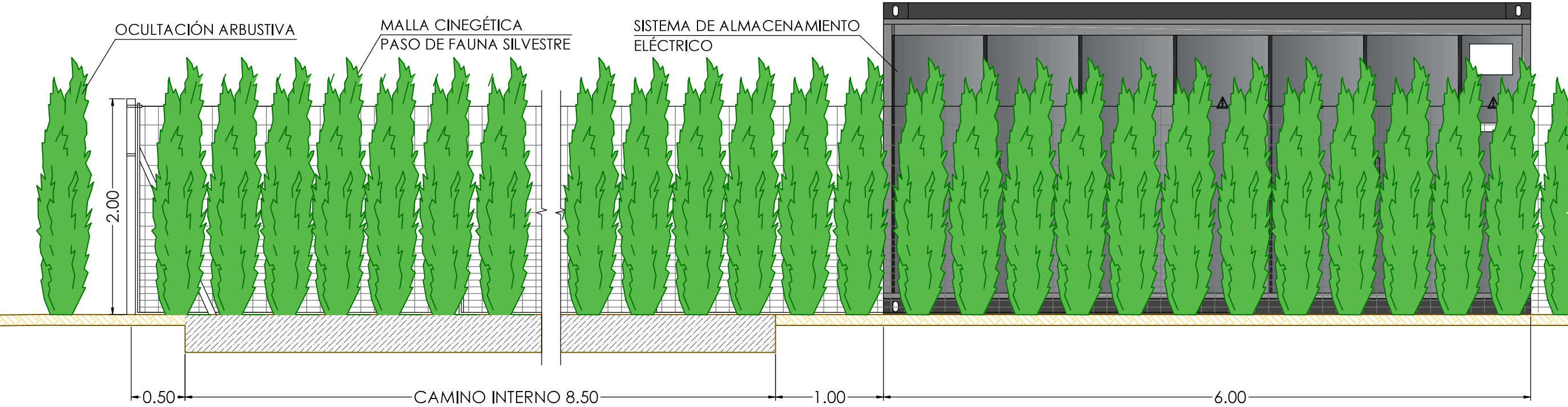


EJEMPLO DE OCULTACIÓN ARBUSTIVA



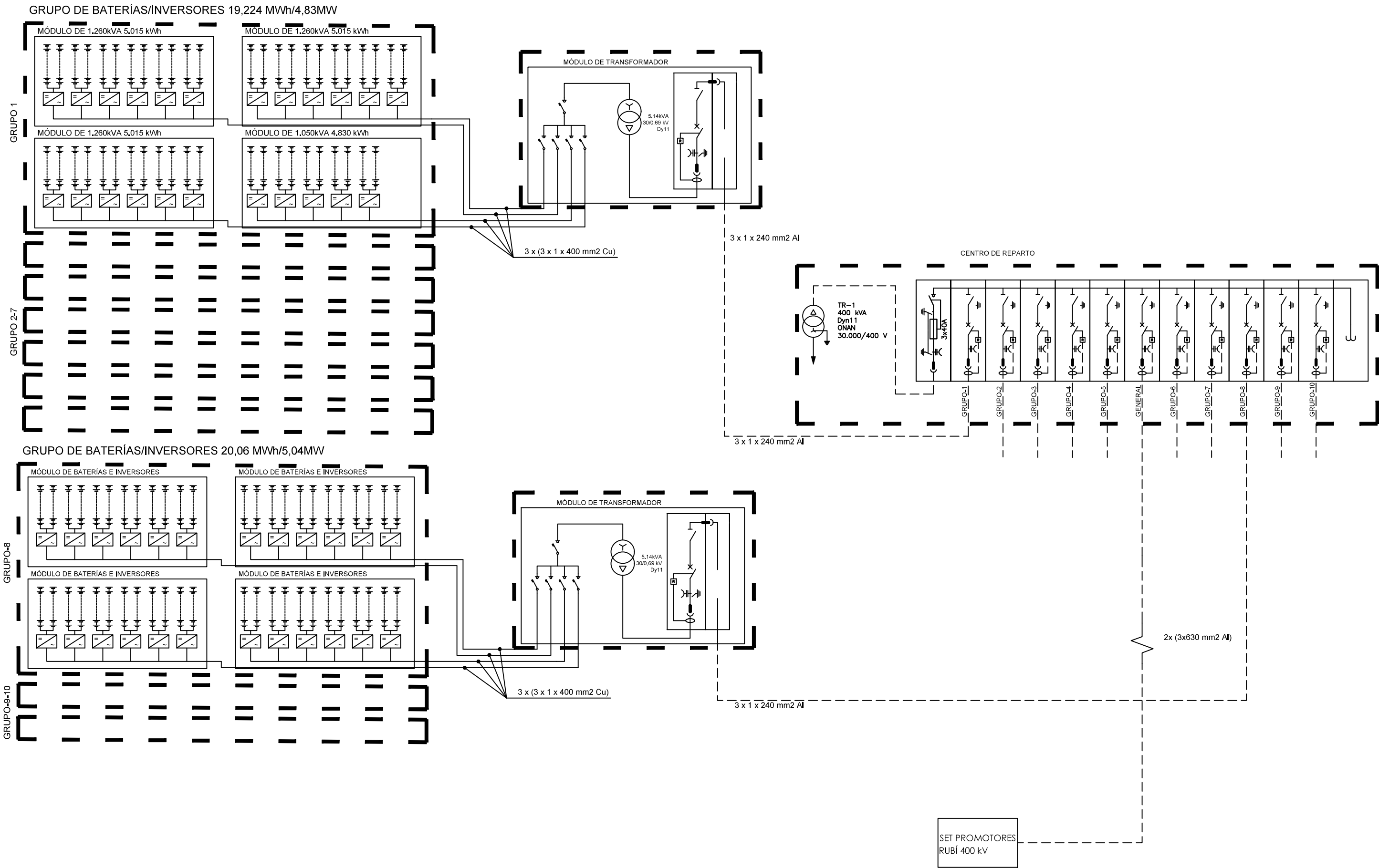
EJEMPLO DE CIERRE CINEGÉTICO

ALZADO LONGITUDINAL



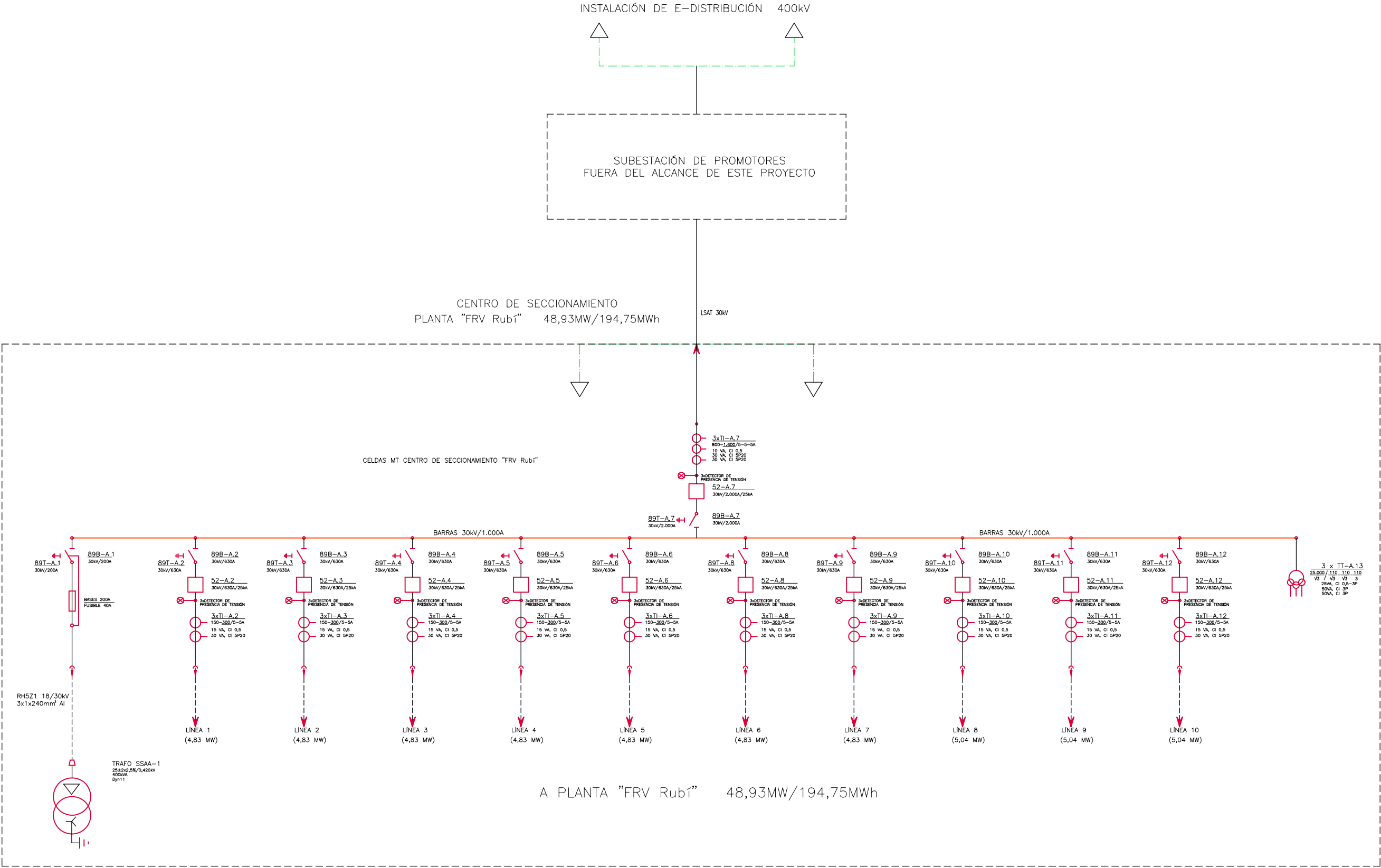
NOTA:
- Cierre perimetral cinegético permeable al tránsito de fauna silvestre local

FECHA	ESCALA	1/40	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:			
06/25	DIBUJADO	OM			efener e ³				
06/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO		N. PLANO:		5.5	Hoja:	2
06/25	REVISADO	JG	OBRA CIVIL CIERRE PERIMETRAL		PROYECTO:		643.02	Sigue:	-
Formato A3									

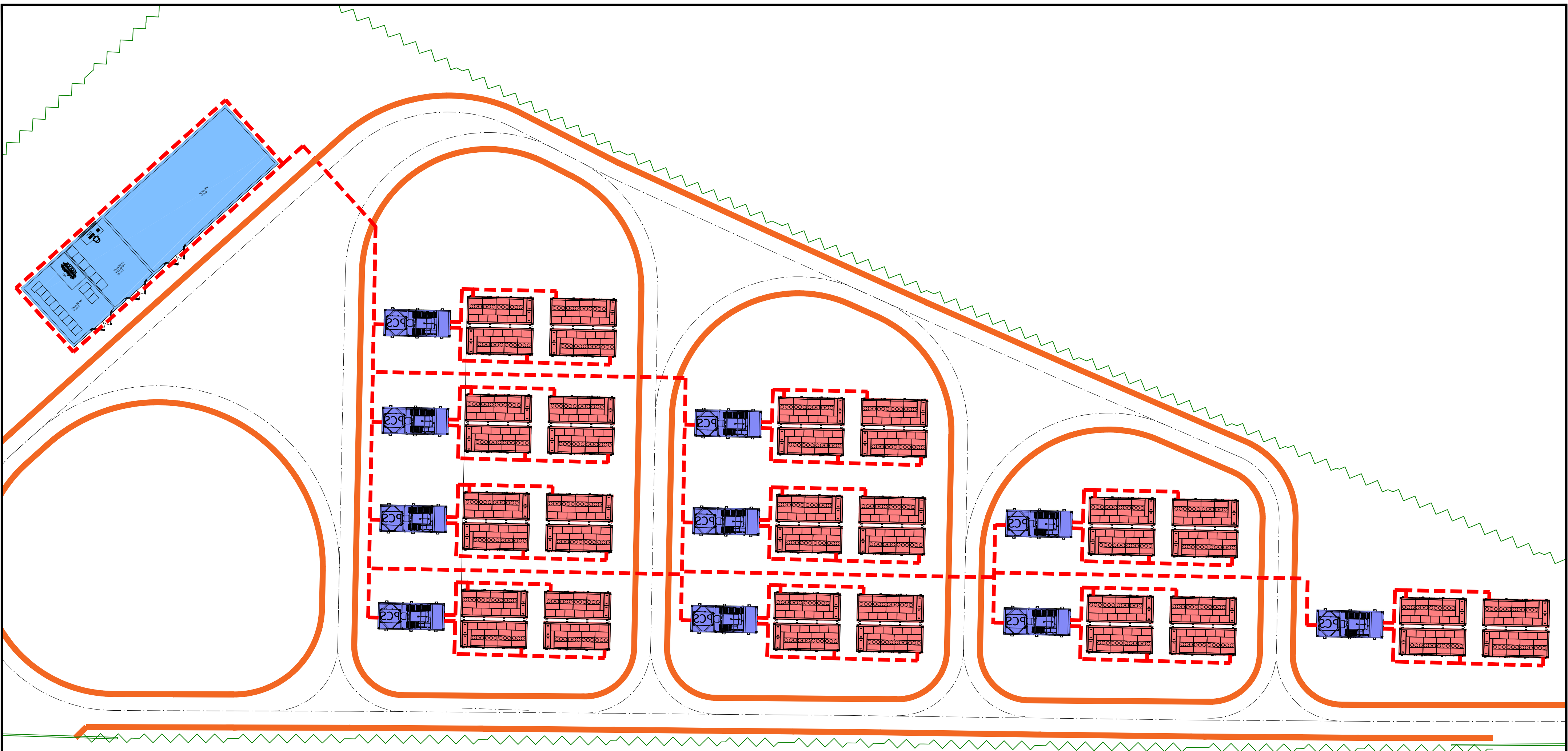


FECHA	ESCALA	S/E	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:	
	06/25	DIBUJADO			efener e3	frv	
	06/25	VERIFICADO	PROYECTO EJECUTIVO		N. PLANO:	6.1	Hoja: 1
	06/25	REVISADO	INSTALACIONES		PROYECTO:	643.02	Sigue: -
	Formato A3		ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA				

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL DE LA INSTALACIÓN



FECHA	ESCALA	S/E	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"		CONSULTOR:	PROMOTOR:	
	06/25	DIBUJADO			efener e³	frv	
	06/25	VERIFICADO	PROYECTO EJECUTIVO		N. PLANO:	6.2	Hoja: 1
	06/25	REVISADO	INSTALACIONES		PROYECTO:	643.02	Sigue: -
	Formato A3		INSTALACIÓN MT ESQUEMA UNIFILAR MT				



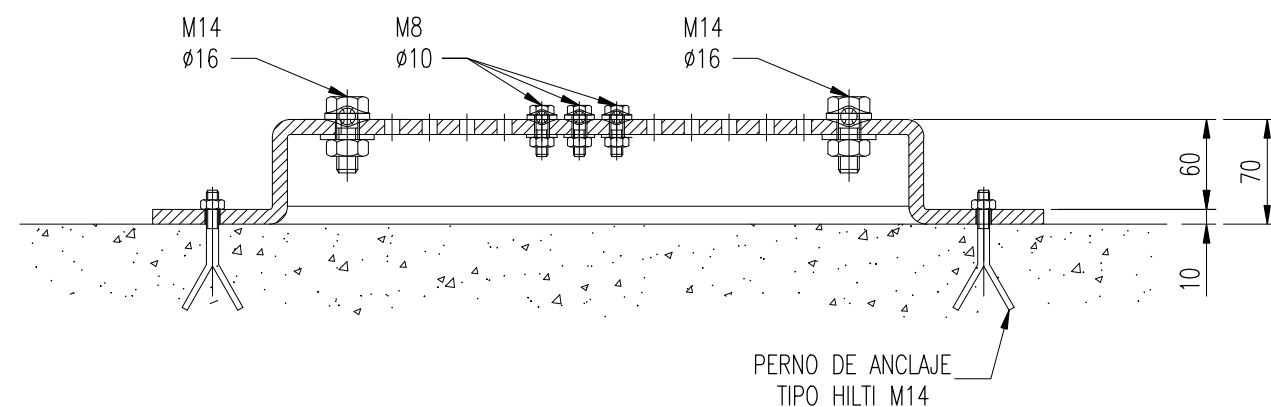
LEYENDA:

	BESS		ZONA DE TRÁNSITO
	TRANSFORMADOR		CIERRE PERIMETRAL
	RED DE TIERRAS, CABLE Cu 50mm2		

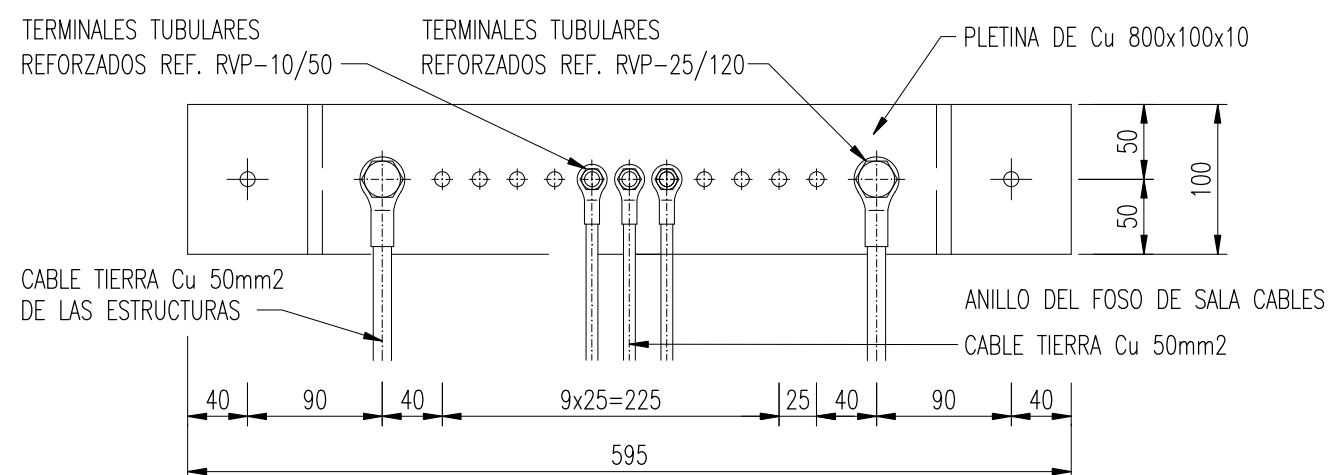
NOTA:

- Las estructuras metálicas del sistema de almacenamiento de baterías se uniran a la red de tierras del centro de reparto para evitar diferencias de potencial.
- La red de tierras del centro de reparto está definida en el plano 7.1.3.

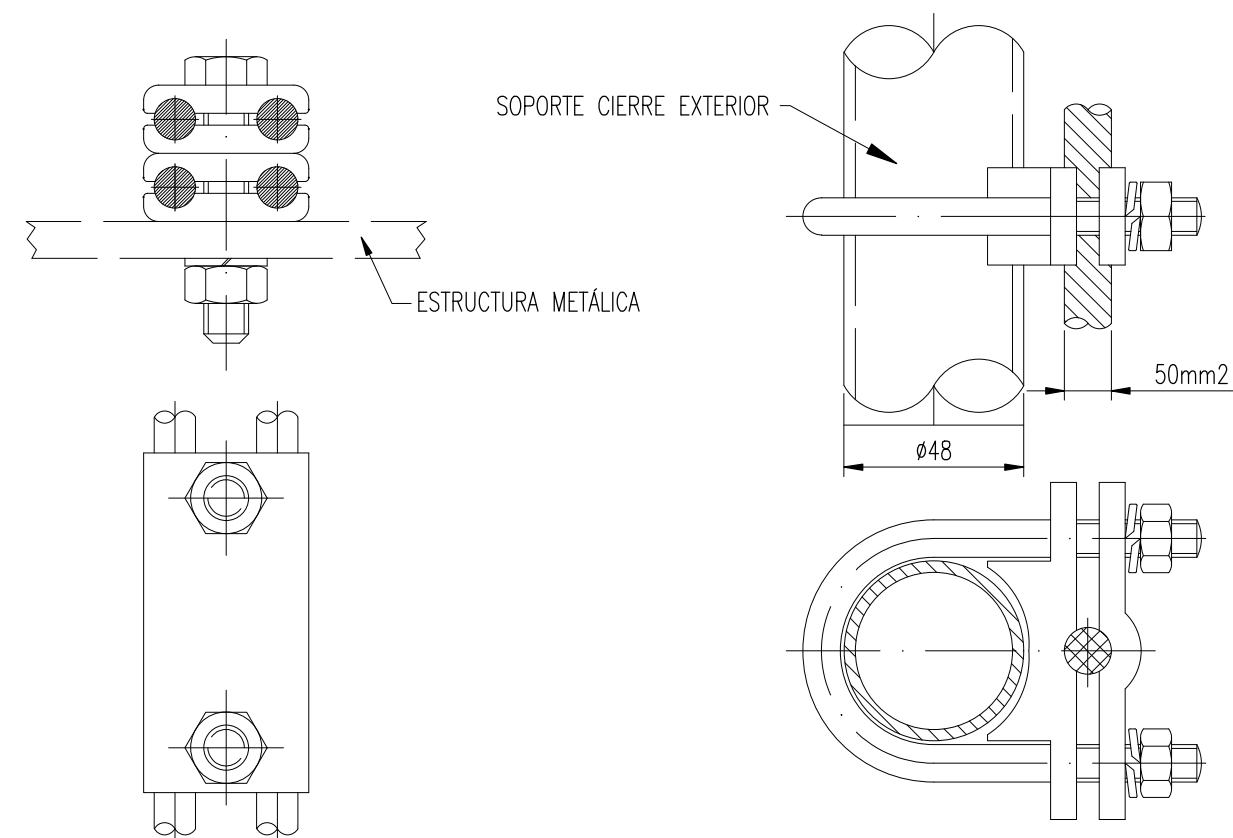
FECHA	ESCALA	1/250	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"		CONSULTOR:	PROMOTOR:
12/25	DIBUJADO	HD				
12/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO		N. PLANO:	6.3
12/25	REVISADO	JG	INSTALACIONES		Hoja:	1
Formato A2			INSTALACIÓN RED DE TIERRAS		PROYECTO:	643.02
					Sigue:	-



PUENTE DE PRUEBA DE TIERRA EDIFICIO. ALZADO
ESCALA 1/5

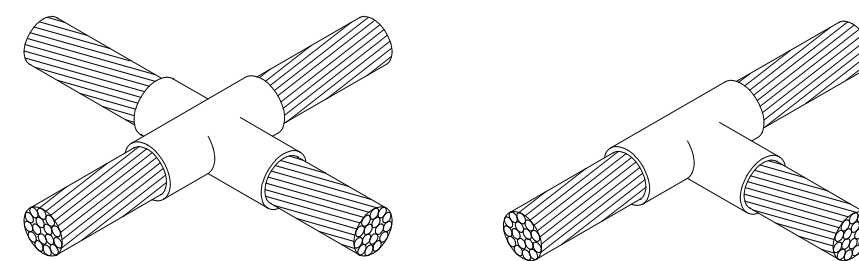


PUENTE DE PRUEBA DE TIERRA EDIFICIO. PLANTA
ESCALA 1/5



DETALLE PUESTA A TIERRA CIERRE PERIMETRAL
ESCALA 1/2

GRAPA P.A.T. PARA 4 CABLES DE Cu
DE 50mm2 SOBRE ESTRUCTURA
ESCALA 1/2



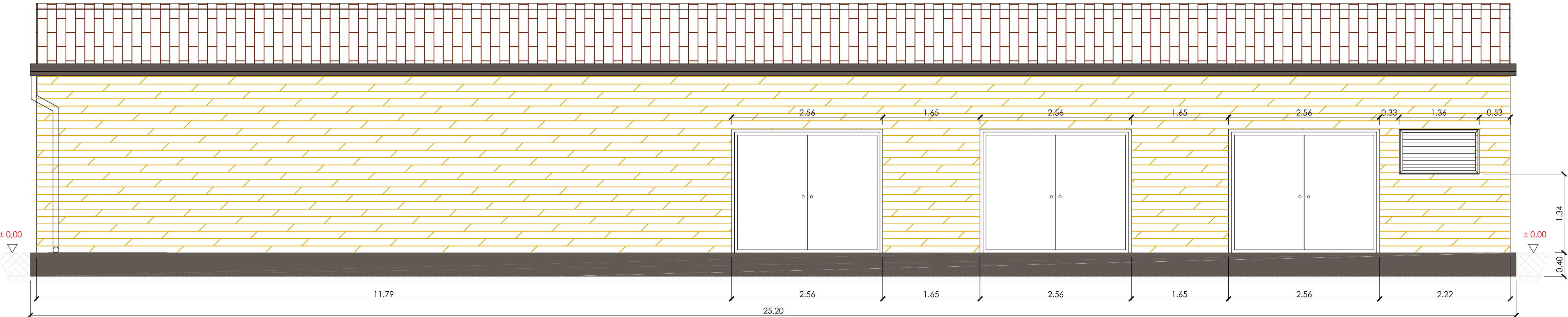
SOLDADURA EN CRUZ

SOLDADURA EN T

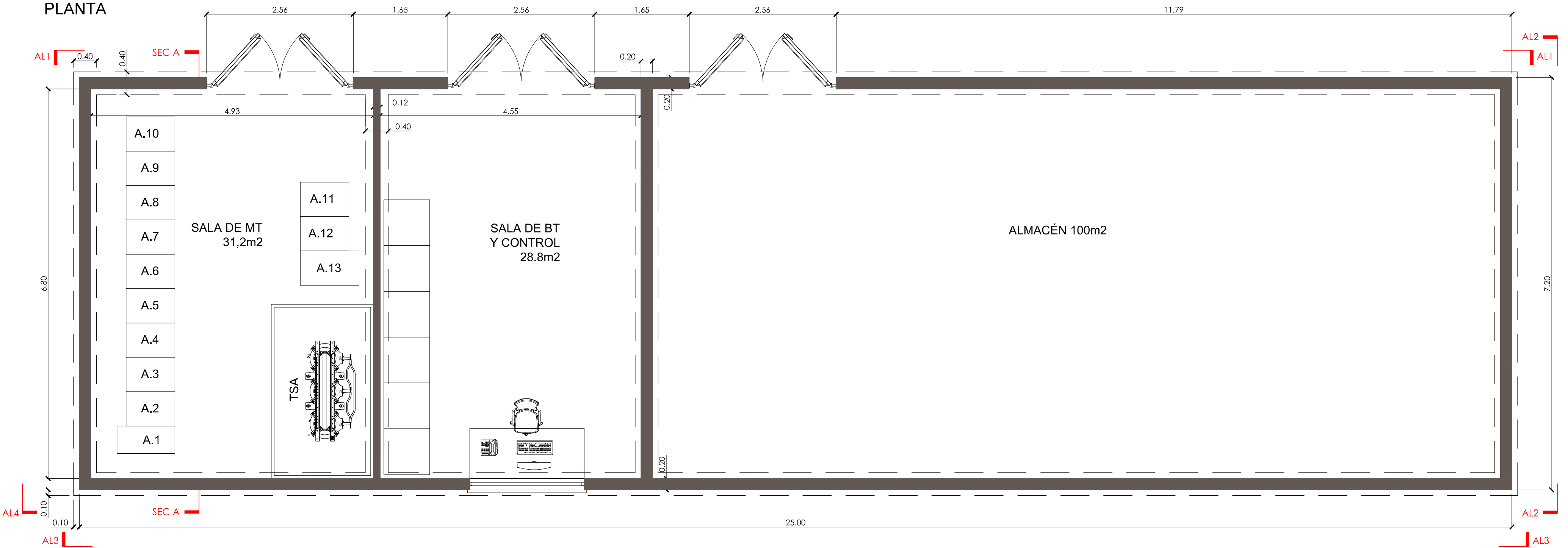
UNIONES DE 3 O 4 CABLES Cu 50 mm2
SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA (CADWELL)

FECHA	ESCALA	S/E	ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"	CONSULTOR:	PROMOTOR:	
06/25	DIBUJADO	HD		efener e ³		
06/25	VERIFICADO	JG	PROYECTO EJECUTIVO			
06/25	REVISADO	JG	INSTALACIONES INSTALACIÓN RED DE TIERRAS DETALLES	N. PLANO:	6.4	Hoja: 1
Formato A3				PROYECTO:	643.02	Sigue: -

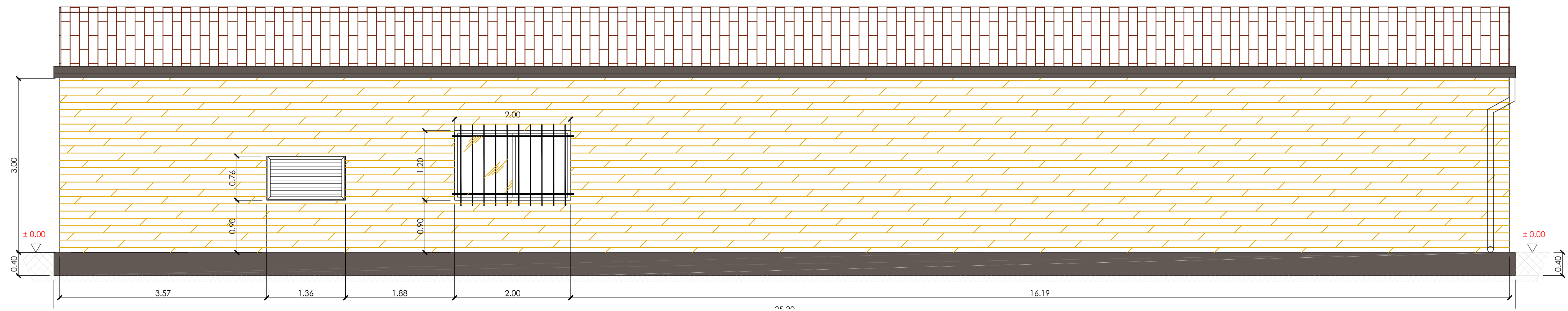
ALZADO 1



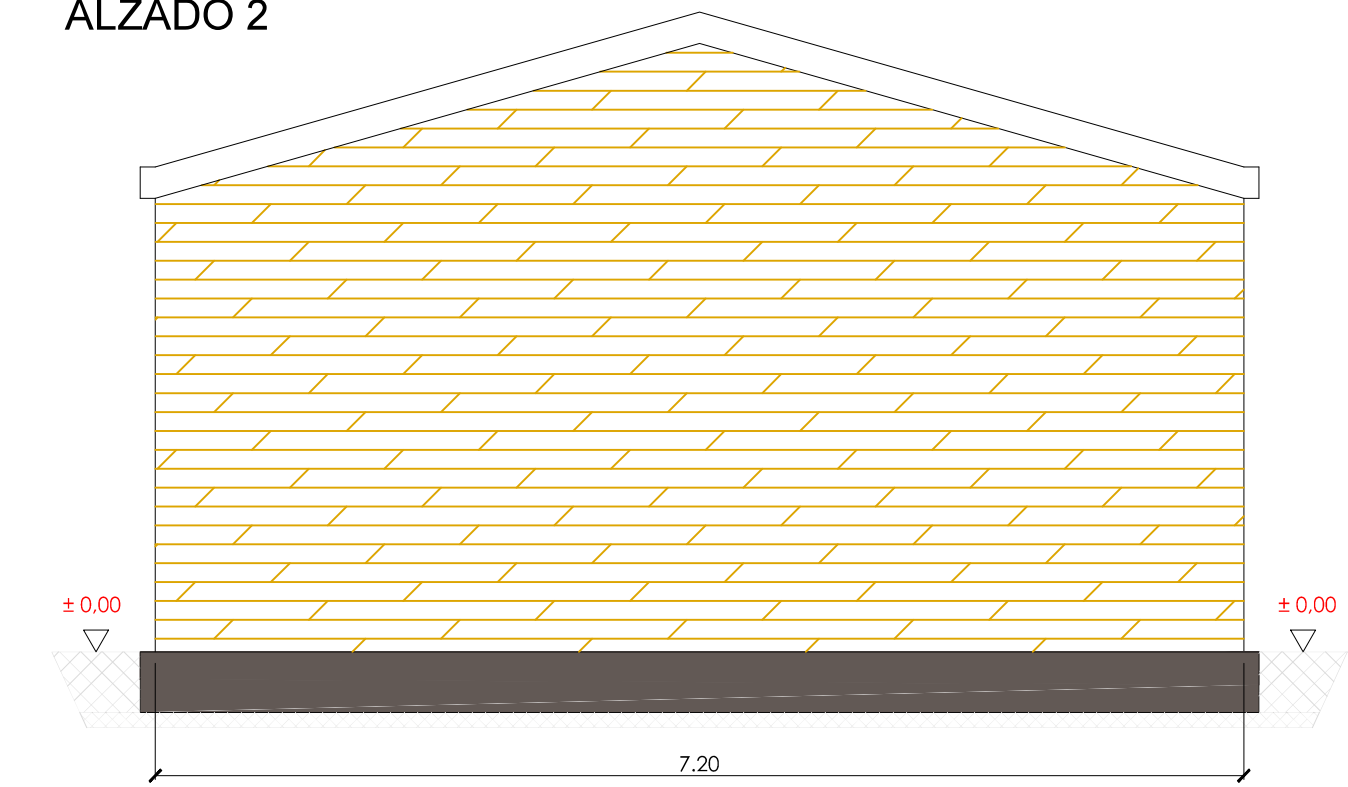
PLANTA



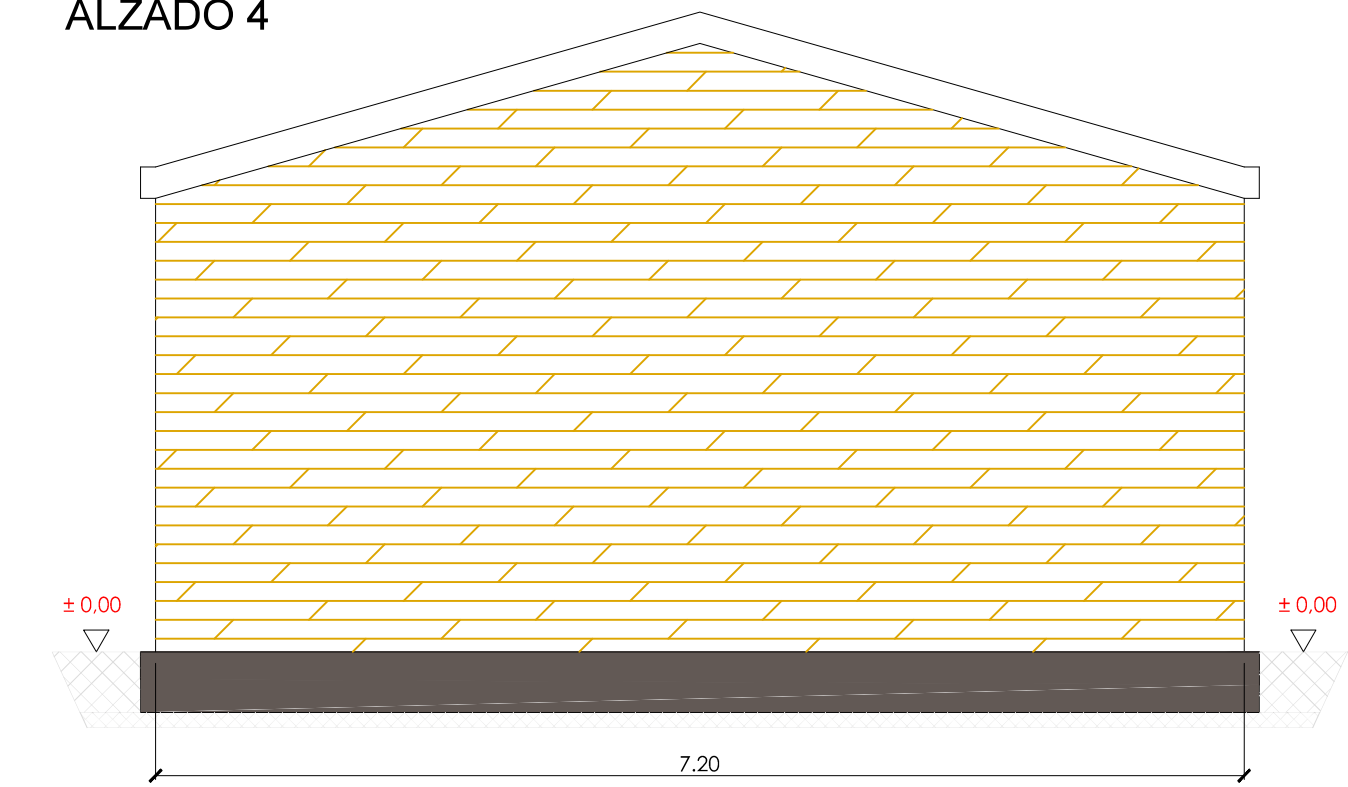
ALZADO 3



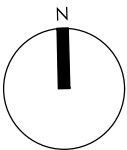
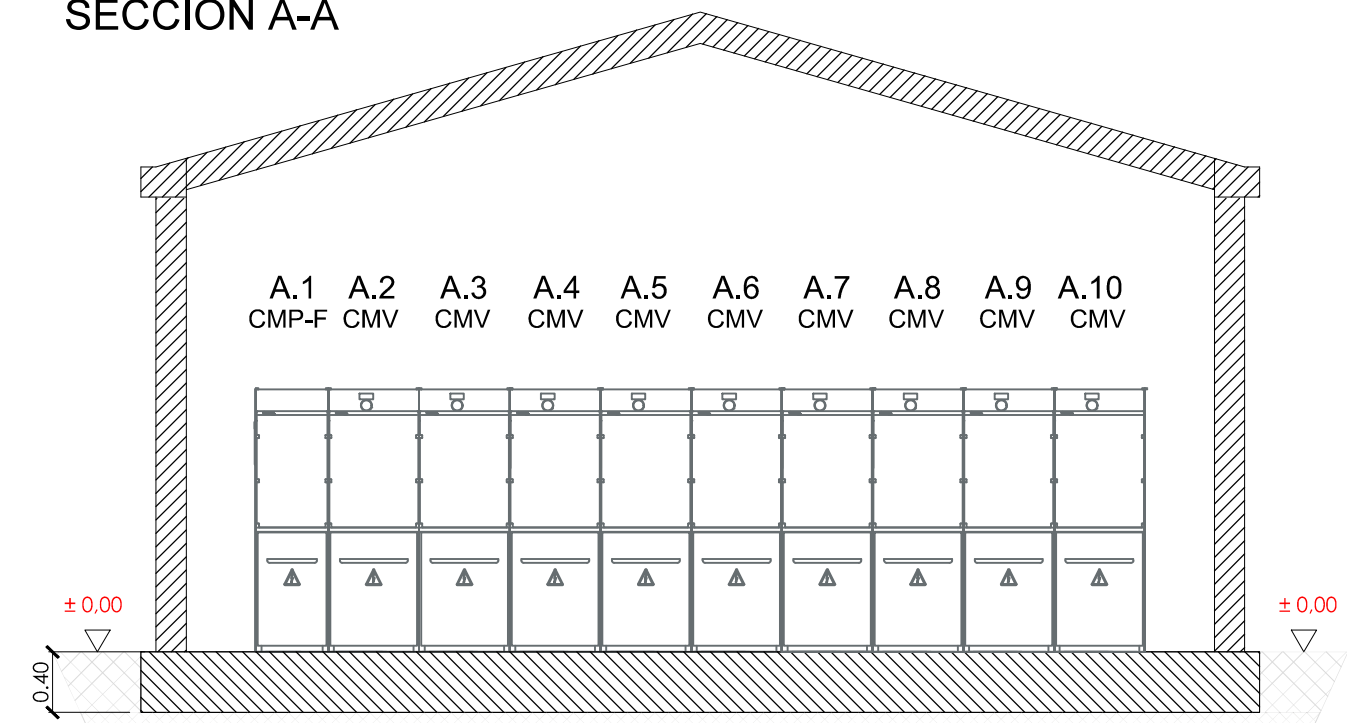
ALZADO 2



ALZADO 4



SECCIÓN A-A



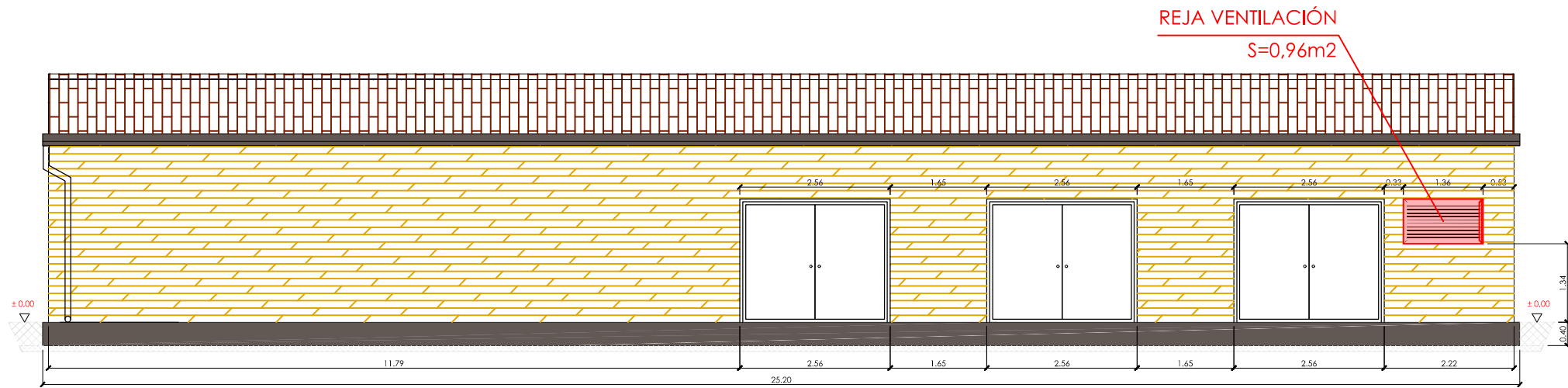
FECHA	ESCALA	1/50
12/25	DIBUJADO	HD
12/25	VERIFICADO	JG
12/25	REVISADO	JG
Formato A2		

ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"		
PROYECTO EJECUTIVO		
RECINTO TÉCNICO		
CENTRO DE REPARTO		
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA		

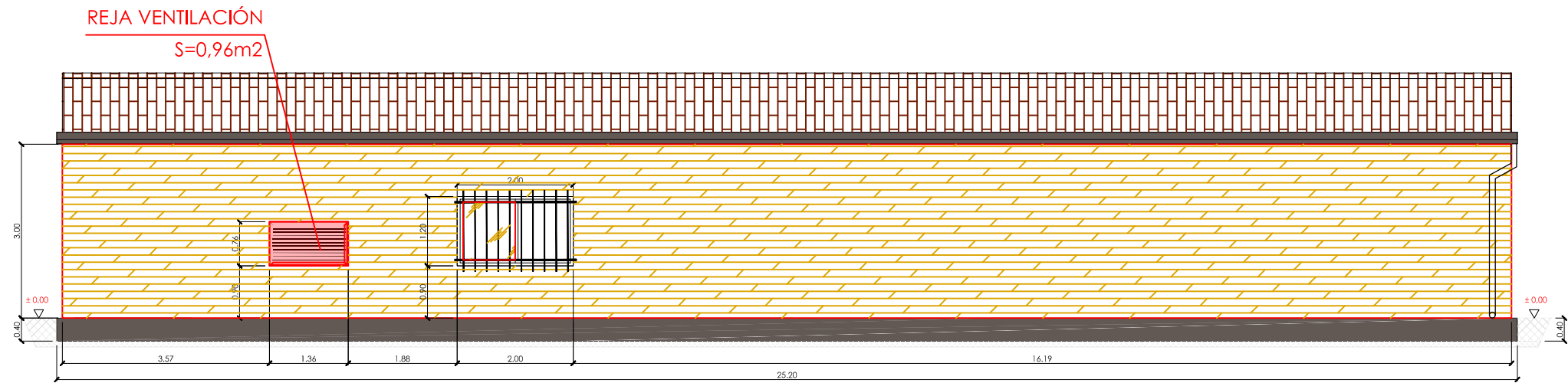
CONSULTOR: efener e3	
N. PLANO:	7.1.1
PROYECTO:	643.02

PROMOTOR: frv	
Hoja:	2
Sigue:	-

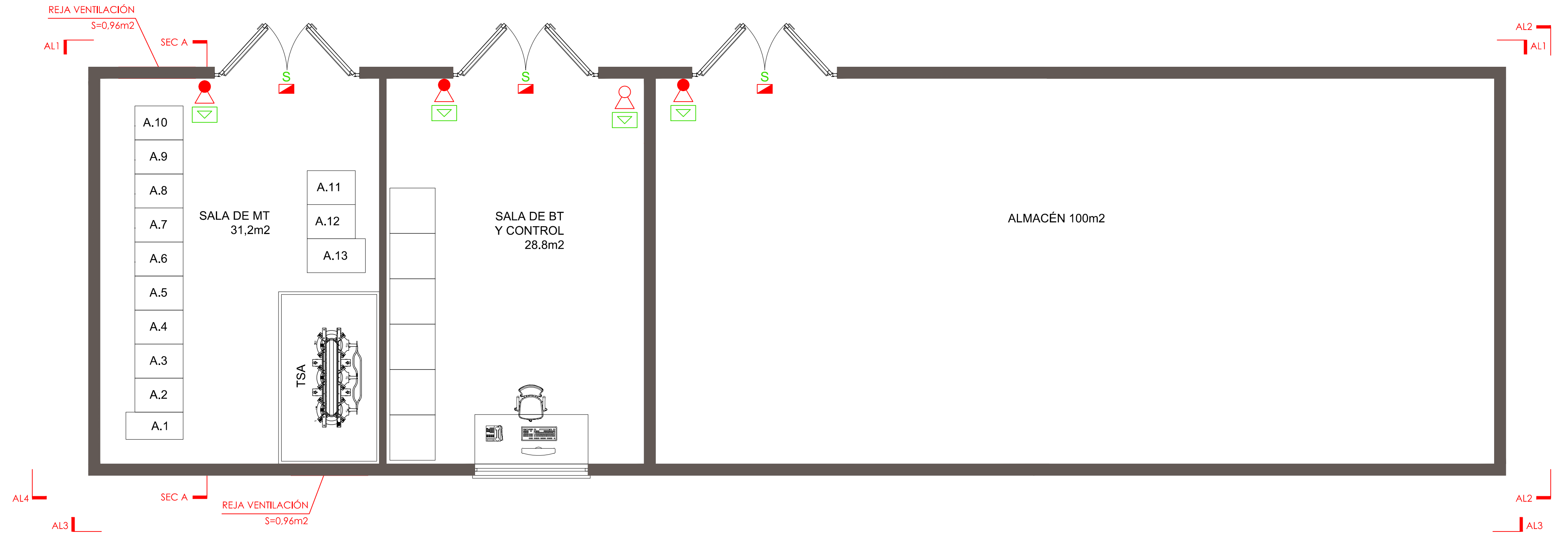
ALZADO 1



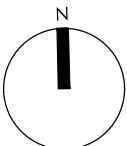
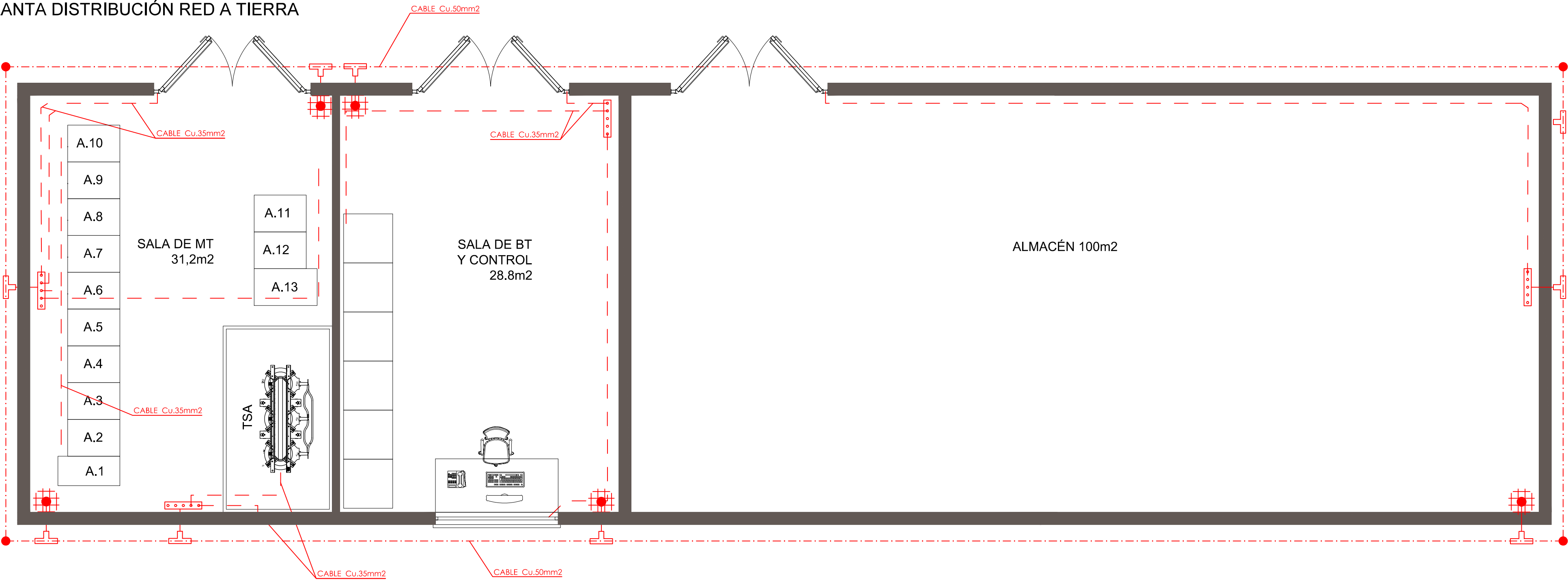
ALZADO 3



PLANTA



PLANTA DISTRIBUCIÓN RED A TIERRA

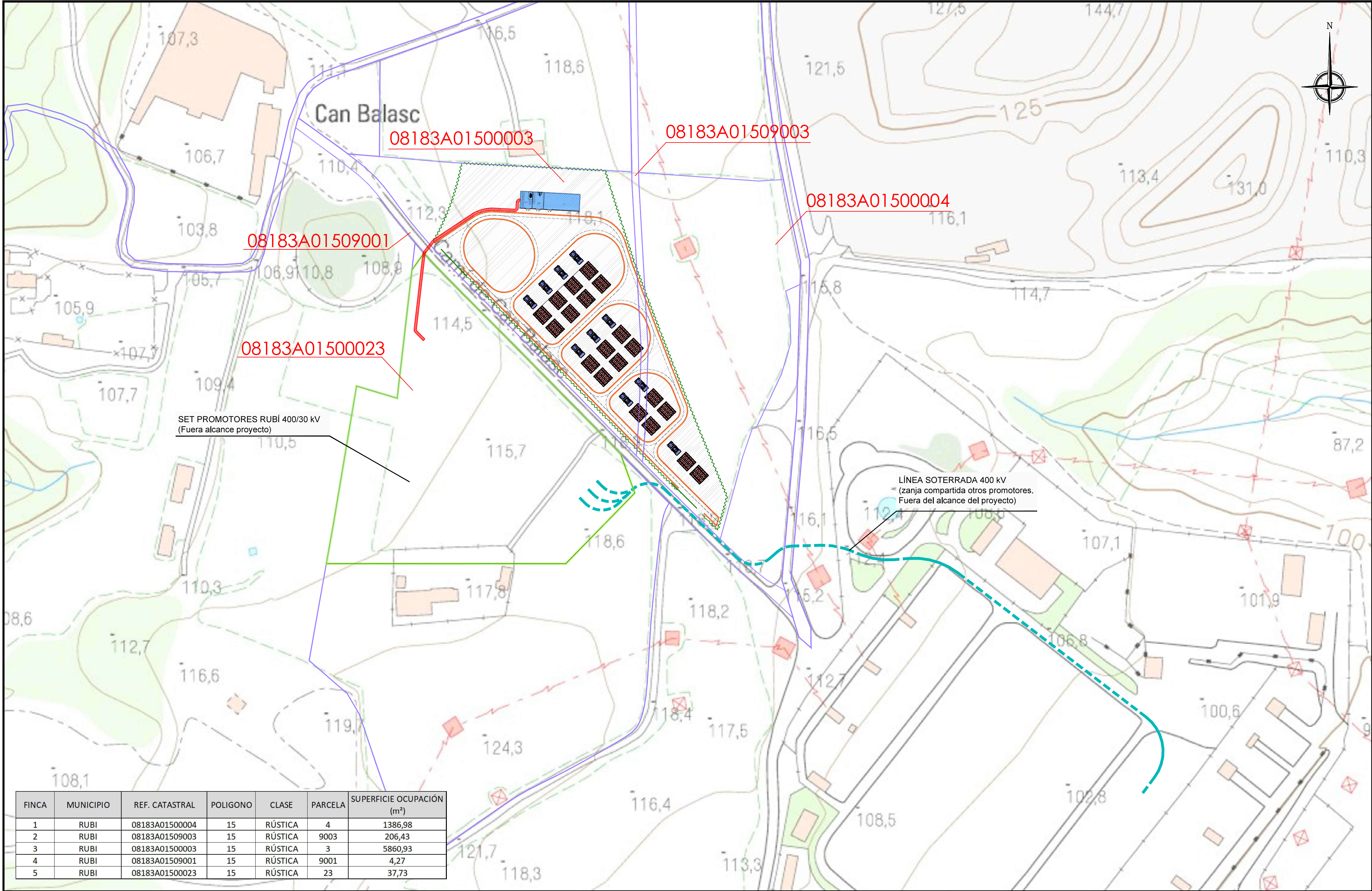


FECHA	ESCALA	1/40
12/25	DIBUJADO	HD
12/25	VERIFICADO	JG
12/25	REVISADO	JG
Formato A2		

ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubi"		
PROYECTO EJECUTIVO		
RECINTO TÉCNICO CENTRO DE REPARTO RED DE TIERRAS		

CONSULTOR:	efener e3
N. PLANO:	7.1.3
PROYECTO:	643.02

PROMOTOR:	frv
Hoja:	1
Sigue:	-



FINCA	MUNICIPIO	REF. CATASTRAL	POLIGONO	CLASE	PARCELA	SUPERFICIE OCUPACIÓN (m²)
1	RUBÍ	08183A01500004	15	RÚSTICA	4	1386,98
2	RUBÍ	08183A01509003	15	RÚSTICA	9003	206,43
3	RUBÍ	08183A01500003	15	RÚSTICA	3	5860,93
4	RUBÍ	08183A01509001	15	RÚSTICA	9001	4,27
5	RUBÍ	08183A01500023	15	RÚSTICA	23	37,73

LEYENDA:

Límite parcelario catastral

08183...XX

Referencia catastral

Cierre perimetral

Límite SET Promotores Rubí 400/30 kV

AFECCIONES:

Superficie zanja para circuitos de evacuación

Superficie sistema de almacenamiento

FECHA

12/25

ESCALA

DIBUJADO

1/1.000

EG

ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO "FRV Rubí"

PROYECTO EJECUTIVO

AFECCIÓN URBANÍSTICA (RBDA)

RELACIÓN DE PARCELAS AFECTADAS

PLANTA GENERAL

CONSULTOR:

efener

PROMOTOR:

frv

N. PLANO:

8

Hoja:

1

PROYECTO:

643.02

Sigue:

-

Formato A2