# INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO “BESS LEZAMA” EN EL T.M. DE LEZAMA EN BIZKAIA.

## Separata Ayuntamiento de Lezama

Ref. E22/ES3367 _ Rev. 00

Febrero 2025

ingenor

ENGINEERING >
ARCHITECTURE >
PROJECT>

*Página dejada en blanco intencionadamente*

| ingenor | ENCARGO: BESS LEZAMA | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nº: 3367 | TITULO: - Separata Ayuntamiento de Lezama - | | | |
| FECHA: Febrero 2025 | | | | |
| ADJUNTO: - | COPIAS | BENBROS 1 | INGENOR 1 | - |

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 3
1.1 Objeto y finalidad 3
1.2 Resumen de la instalación 3
1.3 Promotor 4
2 NORMATIVA 4
3 PLANTA ALMACENAMIENTO POR BATERÍAS 4
3.1 Caracterización de los terrenos 4
3.2 Coordenadas de la instalación 5
3.3 Uso de la superficie 6
3.4 Temperatura de diseño 8
3.5 Descripción general de la instalación 8
3.6 Tecnología 9
3.7 Elementos principales de la instalación 10
3.7.1 Contenedores de baterías 10
3.7.2 Inversores 11
3.7.3 Transformador 12
3.7.4 Centro de seccionamiento telemandado 15
3.7.5 Cableado 15
3.7.6 Sistema de control 16
3.7.7 Sistema de monitorización 17
3.8 Red interna en media tensión 18
3.8.1 Descripción general del sistema de evacuación 18
3.8.2 Conexión interna en MT (30 kV) 18
3.8.3 Conductor 30 kV 18
3.8.4 Celdas de Media Tensión 19
3.8.5 Sistema de medida y Punto Frontera 19
3.8.6 Servicios auxiliares 19
3.9 Obra civil 21
3.9.1 Movimientos de tierras 21

3.9.2 Cimentaciones 22
3.9.3 Zanjas 22
3.9.4 Drenajes y saneamientos 22
3.9.5 Viales 23
3.9.6 Vallado 23
3.9.7 Zonas de acopio 23
3.9.8 Punto limpio 23
3.9.9 Tráfico durante la obra 23
3.9.10 Red de Puesta a Tierra 24
3.9.11 Almacén 24
3.9.12 Centro de control 24
3.10 Operación de la planta 28
**4 LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 30 KV 30**
4.1 Emplazamiento 30
4.2 Características de la línea de evacuación en 30 kV 32
4.2.1 Características principales de la línea 32
4.2.2 Características del cable subterráneo 33
4.2.3 Parámetros de instalación 34
4.2.4 Terminales 35
4.2.5 Cable de comunicaciones 35
4.2.6 Puesta a tierra de las pantallas 36
4.2.7 Protecciones 36
4.3 Obra civil 37
4.3.1 Zanjas 37
4.3.2 Arquetas de comunicaciones 38
4.3.3 Tendido 38
4.3.4 Ensayos 40
4.3.5 Viales temporales 41
4.4 Cruzamientos y paralelismos 41
4.4.1 Normas generales sobre cruzamientos 41
4.4.2 Obra civil en los cruzamientos 42
4.4.3 Normas generales sobre proximidades y paralelismos 44
4.4.4 Acometidas (conexiones de servicio) 45
**5 CONCLUSIÓN 47**
**6 ANEXO – PLANOS 48**

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Objeto y finalidad

El objeto de la presente separata es informar a la Diputación Foral de Bizkaia de las características principales de la infraestructura de evacuación asociada hasta el punto de conexión (Línea 62 – Asua – Galdakao de la ST Asua (30 kV) de Iberdrola). La conexión con esta línea se realizará en el centro de seccionamiento telemandado a instalar en el punto de coordenadas X: 512.437,75 Y: 4.790.677,73, en las proximidades de dicha línea mediante una entrada/salida, ubicado junto a la traza de la línea actual.

La Finalidad de la “Instalación de Almacenamiento” será almacenar y, en su caso, verter la energía almacenada al punto de conexión anteriormente descrito con la línea 62 – Asua - Galdakao, a través de una línea subterránea de 30 kV, incluida en el presente proyecto.

El Alcance del documento vendrá dado por la instalación de almacenamiento/vertido, la transformación de la corriente de continua (CC) en alterna (CA), la elevación de la tensión hasta niveles de 30 kV, así como la línea subterránea en esta tensión que enlazará la Planta de almacenamiento con la Línea 62 – Asua – Galdakao de Iberdrola.

## 1.2 Resumen de la instalación

La instalación consiste en un sistema de almacenamiento integrado principalmente por un conjunto de baterías, sus inversores correspondientes y los centros de transformación que elevan la tensión a los 30 kV del punto de conexión a la red de distribución y un centro de protección y medida.

Los contenedores de baterías tendrán una capacidad de almacenamiento de 66,88 MWh instalados (16 contenedores de 4,18 MWh cada uno), mientras que los inversores tendrán una potencia instalada 17,56 MVA (4 x 4,39 MVA). La potencia de salida del inversor se limitará por parte del PPC de manera que nunca se permita una inyección de potencia mayor a 14,73 MW en el POI. El sistema se completa mediante una serie de transformadores 690 V / 30 kV de 8,78 MVA de potencia máxima a 40 grados y la aparamenta necesaria para su conexión a Línea 62 – Asua – Galdakao de la ST Asua (30 kV) de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (Iberdrola) en el término municipal de Lezama, en Bizkaia.

De la instalación de almacenamiento evacúa una línea subterránea en 30 kV hasta el centro de seccionamiento que será necesario instalar en las proximidades de la planta, y llegará hasta el segundo centro de seccionamiento perteneciente a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (Iberdrola). En concreto, en este último, se ejecutarán las modificaciones necesarias en la línea 62 – ASUA – GALDAKO 1 de 30 kV para permitir la conexión de las nuevas instalaciones a la red de I-DE.

La eficiencia creciente de este tipo de sistemas y su flexibilidad está impulsando al mercado a su instalación para mejorar la gestionabilidad de un sistema eléctrico con creciente proporción de energía generada con fuentes de energías renovables. Almacenar energía cuando existe mayor producción e inyectarla en la red en momentos de mayor demanda es una de las aplicaciones que más beneficiarían al sistema, especialmente a futuro, cuando la penetración de renovables vaya en aumento.

Ubicación General Planta Almacenamiento

### 1.3 Promotor

El promotor de la instalación es la sociedad:

- Titular: BESS DEVELOPMENT 4, S.L.
- Domicilio Social: Calle Castelló 128. Planta 5 izquierda
- Localidad: Madrid
- Código Postal: 28006
- CIF: B-56216864

## 2 NORMATIVA

Se aplicarán las normas citadas en los documentos que conforman el presente proyecto. Asimismo, se tendrán en cuenta las actualizaciones posteriores a dichas normas y que sean de aplicación a este proyecto.

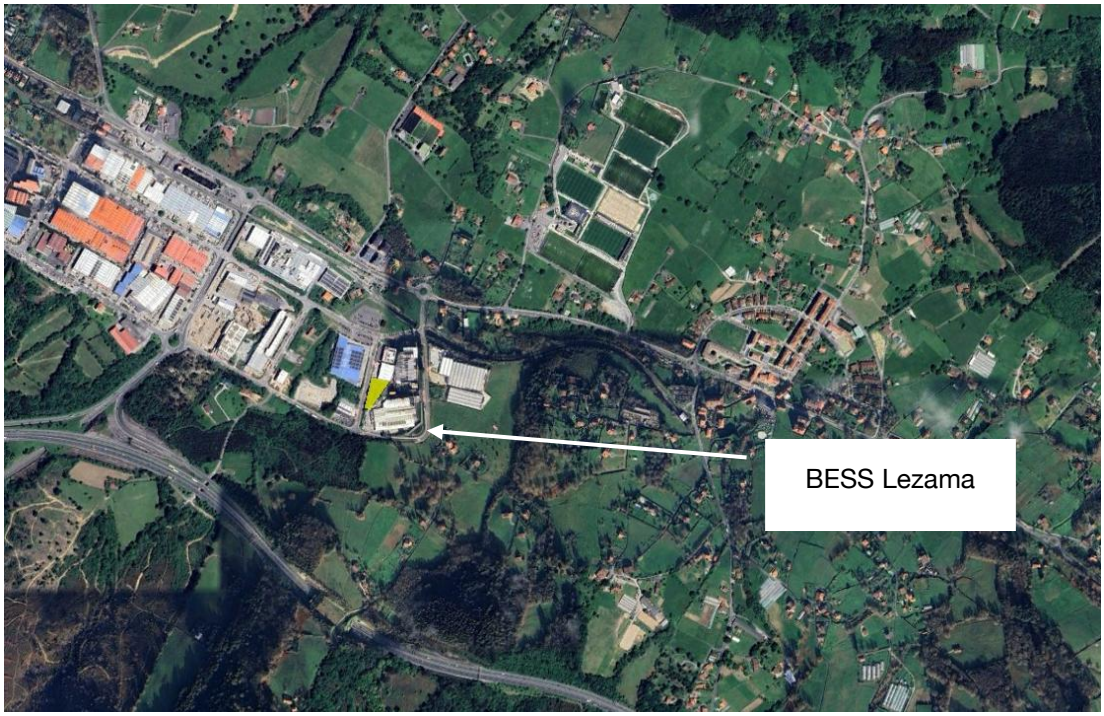
## 3 PLANTA ALMACENAMIENTO POR BATERÍAS

### 3.1 Caracterización de los terrenos

La instalación se ubica en zona urbana, en una parcela de 2.690,05m2. Las características generales de la parcela son las siguientes:

| Término Municipal | Referencia Catastral | Clasificación | Superficie |
|---|---|---|---|
| 081 - Lezama | 081 1007 12003 0001 | Urbano. Suelo solar/vacante | 2.671,24 m2 |

A continuación, se muestra la localización general y particular del proyecto en el municipio de Lezama:




Ubicación General Planta Almacenamiento

Ubicación Particular Planta Almacenamiento

## 3.2 Coordenadas de la instalación

El Sistema de Almacenamiento Energético está ubicado en la provincia de Bizkaia y más concretamente en el término municipal de Lezama. A continuación, se muestran las coordenadas UTM del centro geométrico de la planta de almacenamiento energético:

| Coordenadas UTM del acceso principal | |
|---|---|
| Huso | 30 T |

| Coordenadas UTM del acceso principal | |
|---|---|
| X | 513.836,98 |
| Y | 4.790.436,22 |

Las coordenadas UTM del vallado perimetral de la planta de almacenamiento proyectada se muestran a continuación:

| Vértices Vallado (UTM ETRS89 HUSO:30T) | | |
|---|---|---|
| Vertice Nro. | Coordenada x | Coordenada y |
| V-01 | 512.487,77 | 4.791.198,01 |
| V-02 | 512.501,54 | 4.791.196,13 |
| V-03 | 512.552,06 | 4.791.268,86 |
| V-04 | 512.506,43 | 4.791.279,33 |

El detalle se muestra en el plano “Accesos”. Las coordenadas UTM del acceso a la instalación se muestran a continuación:

| Coordenadas UTM del acceso principal | |
|---|---|
| Huso | 30 T |
| X | 512.505,38 |
| Y | 4.791.274,76 |

Implantación general Planta Almacenamiento

## 3.3 Uso de la superficie

La instalación consiste en un sistema de almacenamiento integrado principalmente por un conjunto de baterías, sus inversores correspondientes y los centros de transformación que

elevan la tensión a los 30 kV del punto de conexión a la red de distribución y un centro de protección y medida.

Los contenedores de baterías tendrán una capacidad de almacenamiento de 66,88 MWh instalados (16 contenedores de 4,18 MWh cada uno), mientras que los inversores tendrán una potencia instalada 17,56 MVA (4 x 4,39 MVA). La potencia de salida del inversor se limitará por parte del PPC de manera que nunca se permita una inyección de potencia mayor a 14,73 MW en el POI. El sistema se completa mediante una serie de transformadores 690 V / 30 kV de 8,78 MVA de potencia máxima a 40 grados y la aparamenta necesaria para su conexión a Línea 62 – Asua – Galdakao de la ST Asua (30 kV) de I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (Iberdrola) en el término municipal de Lezama, en Bizkaia.

De la instalación de almacenamiento evacúa una línea subterránea en 30 kV hasta el centro de seccionamiento que será necesario instalar en las proximidades de la planta, y llegará hasta el segundo centro de seccionamiento perteneciente a I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (Iberdrola). En concreto, en este último, se ejecutarán las modificaciones necesarias en la línea 62 – ASUA – GALDAKO 1 de 30 kV para permitir la conexión de las nuevas instalaciones a la red de I-DE.

La eficiencia creciente de este tipo de sistemas y su flexibilidad está impulsando al mercado a su instalación para mejorar la gestionabilidad de un sistema eléctrico con creciente proporción de energía generada con fuentes de energías renovables. Almacenar energía cuando existe mayor producción e inyectarla en la red en momentos de mayor demanda es una de las aplicaciones que más beneficiarían al sistema, especialmente a futuro, cuando la penetración de renovables vaya en aumento.

Con base a lo anterior, se presentan las características más importantes de la planta de almacenamiento de baterías “BESS Lezama” y su infraestructura de evacuación hasta la línea 62 – ASUA – GALDAKO 1 de 30 kV. Cabe destacar que los equipos seleccionados podrán ser modificados por equipos similares aprovechando las ventajas tecnológicas existentes en el mercado una vez el proyecto esté listo para iniciar construcción (Ready To Built).

Estas características se muestran en mayor detalle en la sección dedicada a cada elemento.

| | |
|---|---|
| **Denominación** | BESS Lezama |
| **Promotor** | BESS DEVELOPMENT 4, S.L. |
| **Emplazamiento** | Huso 30 T; X: 513.817,08; Y: 4.790.414,64 |
| **Capacidad instalada** | 66,88 MWh |
| **Potencia nominal en inversores** | 17,56 MWn |
| **Potencia autorizada** | 14,73 MW |
| | |
| **Contenedor de baterías** | |
| Fabricante y modelo | Hithium Block o similar |
| Tipo de contenedor baterías | Litio ferrofosfato (LFP) |
| Capacidad contenedores de baterías | 4,18 MWh (cada uno) |
| Número de Equipos | 16 contenedores |
| Capacidad instalada total | 66,88 MWh (16 x 4,18MWh) |
| **Inversores** | |
| Fabricante y modelo | Power Electronics FREEMAQ PCSK 690V o similar |
| Potencia nominal (40ºC) | 4,39 MWn (cada inversor) |
| Número de inversores | 4 |
| Potencia nominal de la planta | 17,56 MW (4 x 4,39MWn) |

| | |
|---|---|
| Potencia Autorizada en el POI | 14,73 MW |
| **Transformadores** | |
| Fabricante y modelo | Power Electronics TWIN SKID COMPACT o similar |
| Transformador | 8,78 MVA |
| Relación de transformación | 0,690 // 30 kV |
| Número de Transformadores | 2 |
| **Cableado** | |
| Cableado CC | XZ1-Al XLPE 1,5 kV |
| Cableado CA en MT | Al HEPR 18/30kV |
| **Línea de evacuación 30 kV** | |
| Origen-destino | CPM BESS Lezama – Centro seccionamiento |
| Tipo de línea | Subterránea |
| Conductor | AL HEPRZ1 18/30kV 3x(1x400 mm2) |
| Nivel de tensión | 30 kV |
| Distancia | 850 metros |

## 3.4 Temperatura de diseño

La temperatura de diseño del proyecto se define en base a la serie histórica de temperaturas medidas en el término municipal de Lezama durante los años 2005-2020 (Fuente: PVGIS). Con base a lo anterior y proyectando futuros incrementos de la temperatura ambiental, se considera 40ºC como temperatura de diseño para toda la vida útil del proyecto.

## 3.5 Descripción general de la instalación

Conforme se ha mencionado anteriormente, se proyecta la instalación de un sistema de almacenamiento energético con capacidad de 66,88 MWh instalados en el municipio de Lezama, Bizkaia. Este sistema operará de forma "stand-alone", es decir, sin estar integrado en una central de generación. La conexión con la red de distribución existente se realizará en el centro de seccionamiento a instalar en las proximidades del apoyo perteneciente a la línea 62 – ASUA – GALDAKO 1 de 30 kV, en el punto X: 512.437,75 Y: 4.790.677,73.

Los equipos eléctricos indicados a continuación, así como las principales características de estos, se encuentran detallados en el esquema unifilar y el plano de planta de la instalación, ambos incluidos en el Documento "Planos" del presente proyecto.

El sistema de almacenamiento incluye los siguientes elementos:

- 16 contenedores baterías con capacidad instalada de 66,88 MWh en total.
- 4 inversores de 4,39 MW de potencia nominal (17,56 MW en total).
- 2 transformadores dotadas de un (1) transformador de potencia máxima 8,78 MVA y relación de transformación 690 V/30 kV cada una.
- Línea de evacuación en 30kV entre la planta de almacenamiento y el centro de seccionamiento.
- Centro de seccionamiento telemandado, que deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de tele gestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.), que permitan realizar las funciones de automatización y su operación remota desde el Despacho de Operación de I-DE.

- Servicios auxiliares de planta que permitirán la operación continuada de forma segura.

Los servicios auxiliares quedarán alimentados desde el Centro de seccionamiento a través de 1 transformador de 350 kVA, relación de transformación 30/0,420 kV y grupo de conexión Dyn11. La potencia mínima técnica de la planta se corresponde con la potencia de los servicios auxiliares y se estima en 350 kVA.

Las baterías se instalarán en racks dentro del contenedor, que incorporará un sistema de iluminación, sistema de detección de incendios y sistema de extinción automático, así como un equipo de refrigeración.

Adicionalmente a los contenedores de baterías, la instalación de almacenamiento de energía dispondrá de un convertidor que realiza las funciones de inversor bidireccional y de un transformador de intemperie, así como un centro de seccionamiento y medida en 30 kV que albergará el sistema de protecciones, interruptor y seccionador, para la conexión del sistema de almacenamiento energético con la red de distribución existente.

Las baterías son dispositivos de corriente continua, de modo que el inversor bidireccional controla las baterías para cargarlas/descargarlas cuando sea necesario rectificando/invirtiendo la corriente para adaptarla a la señal de corriente alterna de la red a la que está conectada a través del transformador que eleva la tensión al valor requerido.

El sistema de almacenamiento de energía presenta, entre otros, los siguientes beneficios respecto al sistema eléctrico al que se interconecta:

- Respuesta ante cambios de frecuencia y/o tensión de la red
- Ayuda de integración de renovables en el mix energético del sistema eléctrico
- Gestión de desvíos
- Desplazamiento de la curva de producción
- Aporte de potencia
- Mejora de la seguridad de suministro eléctrico

En los siguientes capítulos se describen las principales características del sistema, las cuales estarán sujetas a ligeras modificaciones en función del fabricante finalmente seleccionado.

## 3.6 Tecnología

El sistema de almacenamiento proyectado usa la tecnología de contenedores de baterías de litio ferrofosfato (LFP). Es una tecnología puntera que combina material catódico de litio, fosfato y hierro con un electrodo de carbono y grafito con soporte metálico como ánodo.

Las ventajas que presenta esta tecnología son múltiples:

- Gran velocidad de carga y descarga de la batería
- Fuerte perfil de seguridad dada su composición estable
- Incombustibles
- Rango de operación de temperatura muy amplio: -30 a 45ºC sin derrateo.
- Alto rendimiento
- Vida útil alargada respecto otras tecnologías de baterías. Solución a largo plazo
- 50% más ligeras que baterías de iones de litio
- Mínimo mantenimiento y sustitución muy poco frecuente
- No son tóxicas ni contaminantes; ni contienen materiales que comprometan el medioambiente.

## 3.7 Elementos principales de la instalación

### 3.7.1 Contenedores de baterías

El almacenamiento de energía eléctrica se realiza en celdas con tecnología de litio ferrofosfato (LFP). Cada celda contiene litio, hierro y fosfato como cátodo y un electrodo de carbono y grafito con soporte metálico como ánodo. Las características generales de las baterías se muestran a continuación:

| Especificaciones Técnicas ESS Container Hithium Block | |
|---|---|
| Capacidad | 4.180 kWh |
| Tensión Nominal DC | 1.331,2 V |
| Rango Tensión DC | 1.040 – 1.500 V |
| C-Rate Máxima | 0,5 |
| Sistema Comunicaciones | Ethernet |
| Dimensiones (Ancho x Profundidad x Altura) | 6.058 x 2.438 x 2.896 mm |
| Peso | 35 ton |
| Eficiencia ida y vuelta | >=94% |
| Protección | IP55 |
| Rango Temperaturas | -30 a 55ºC sin derrateo |

A continuación, se muestra una imagen del equipo de almacenamiento de energía previsto en proyecto:

Figura: Contenedor de baterías

### 3.7.2 Inversores

Se instalarán 4 inversores del fabricante Power Electronics modelo Freemac PCSK 690 V o similar para la conversión de energía bidireccional DC-AC del sistema de almacenamiento de contenedores de baterías. Los inversores trabajarán rectificando/invirtiendo la señal para cargar o descargar el sistema, según el modo de operación.

Figura: Inversor Tipo

A continuación, se muestra unos croquis del equipo:

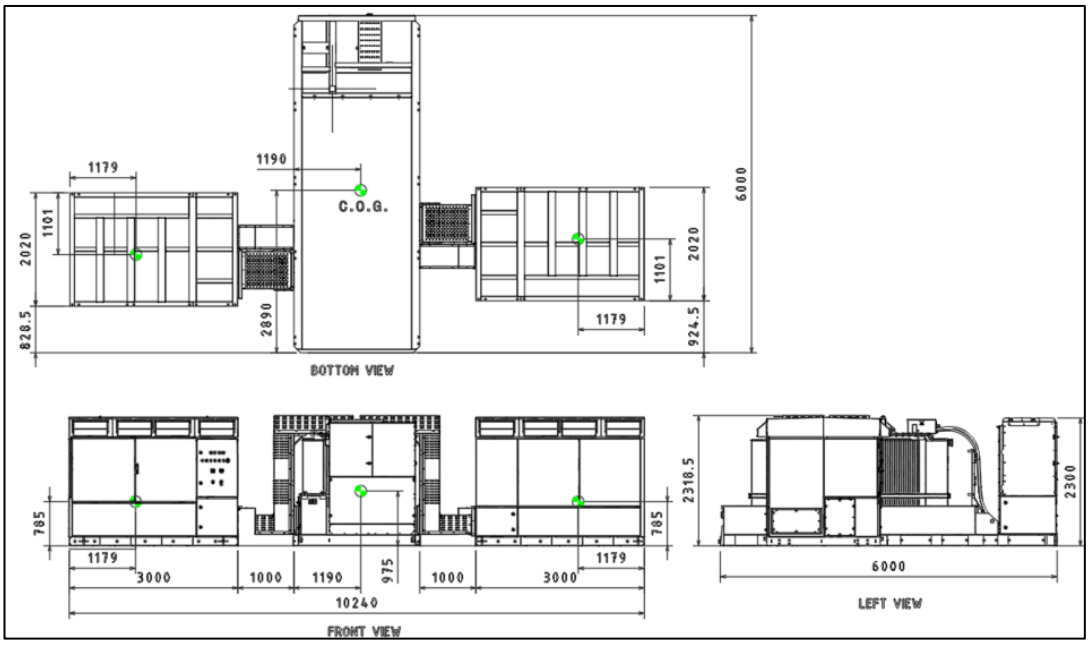



Figura: Vistas transformadores e inversores

Los inversores disponen de las siguientes funcionalidades de control de energía reactiva conforme a lo exigido por los códigos de red y las normas técnicas de supervisión (NTS):

- Control Curva QV
- Control de tensión y protección
- Control del factor de potencia. Factor de potencia fijo
- Control de la potencia reactiva. Potencia reactiva definida
- Control de respuesta de potencia reactiva

Los datos técnicos de los inversores empleados se detallan a continuación:

| Características Inversor | |
|---|---|
| Modelo | FREEMAQ PCSK 690 V o similar |
| Potencia nominal | 4,39 MW (40ºC) |
| Tensión nominal | 690 V |
| Factor de potencia | 0-1 (inductivo-capacitivo) |
| Eficiencia | >98,93% |
| Intensidad corriente alterna nominal (Ica) | 3.674 A |
| Intensidad máxima | 4.590 A |
| Tensión máxima | 1.500 V |
| Frecuencia | 50 Hz |
| THD | <3% |
| Protección | IP54 |
| Sistema de refrigeración | Ventilación forzada con control de temperatura |
| Dimensiones | 3,0 x 2,0 x 2,2 m |
| Protección | C4-H |

### 3.7.3 Transformador

El proyecto estará compuesto por dos bloques de potencia las cuales están formadas por un conjunto batería-inversor-transformador A continuación, se muestra una imagen del conjunto:

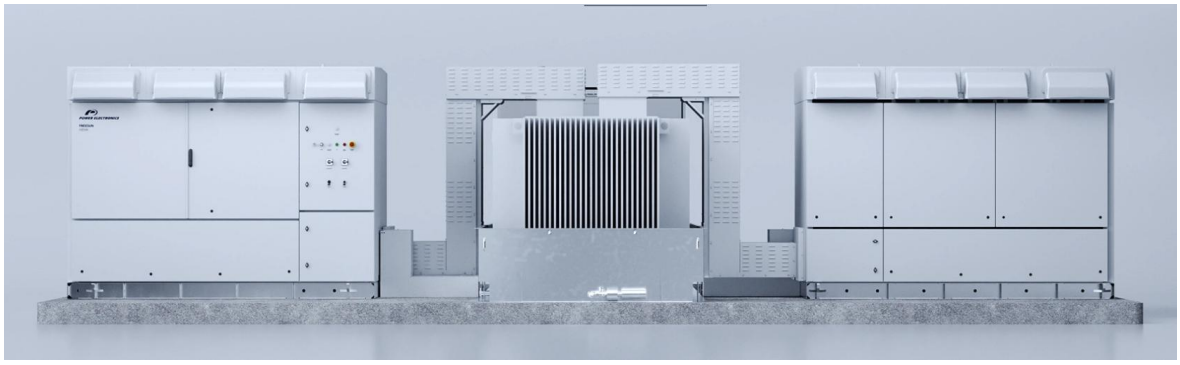


**Figura: bloque inversores+transformadores**

Cada bloque contendrá un conjunto de 8 contenedores de baterías, 2 inversores y un transformador. En total, se instalarán 2 bloques, es decir, 16 contenedores de baterías, 4 inversores y 2 transformadores.

El transformador estará diseñado de forma que sea capaz de soportar sin daño, en cualquiera de las tomas, las solicitaciones mecánicas y térmicas producidas por un cortocircuito externo. Para la determinación de los esfuerzos mecánicos en condiciones de cortocircuito, el valor de cresta de la intensidad de cortocircuito inicial se calculará de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 60076-5.

| Características Transformador MT/BT Electronics<br>TWIN SKID COMPACT | |
|---|---|
| Categoría | Hermético con aislamiento en aceite |
| Frecuencia nominal | 50/60 Hz |
| Eficiencia a potencia nominal | 99,40% |
| Potencia máxima a 40 grados | 8,78 MVA |
| Relación de transformación | 0,690/30 kV |
| Grupo de conexión | Dy11y11 |
| Cambiador de tomas en carga | +/-2x2,5% |
| Aislamiento | 36 kV |
| Corriente en vacío | <1% |
| Corriente de magnetización | <12xIn |
| Grado de corrosión | C4H |
| Protección | IP54 |
| Instalación | Interior o exterior |
| Tipo de refrigeración | ONAN |
| Altitud máxima | 3.000 m |

En las mismas plataformas que alberguen el transformador se instalarán las correspondientes celdas MT, compuestas por un conjunto de celdas con envolvente metálica de acuerdo con la IEC 62271-200, conteniendo toda la aparamenta de corte y protección en atmósfera de SF6. Estas celdas incluirán una posición de protección de transformador equipada con interruptor automático con protección 50, 51, 50N y 51N y seccionador de tierra y una o dos posiciones de línea equipadas con seccionador, seccionador con puesta a tierra y detector de presencia de tensión.

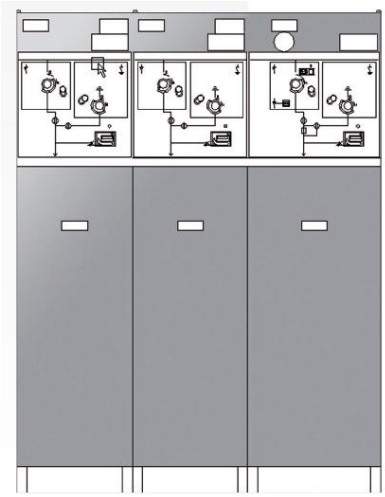


Figura: Celdas de Media Tensión

Los datos técnicos de los equipos se detallan a continuación:

| Características Switchgear MT | |
|---|---|
| Tensión nominal (Ur) | 36 kV |
| Aislamiento nominal (Ud) | 70 kV |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (Up) | 170 kV |
| Frecuencia nominal | 50Hz |
| Intensidad nominal e incremento de temperatura | 630 y 40ºC |
| Intensidad de cortocircuito (Ip) | 20 kA |
| Intensidad de cresta (Ip’) | 65 kA |
| Duración de cortocircuito | 1 s |
| Tensión nominal de alimentación de aparamenta | 24 Vdc |

El circuito de media tensión enlazará, por un lado, la salida del transformador del primer bloque con la entrada del transformador del segundo bloque y posteriormente, la salida de este segundo transformador con la celda de media tensión en el centro de protección y medida. En el centro de protección y medida tiene lugar la salida de la línea de evacuación en 30 kV hasta el centro de seccionamiento a instalar junto al apoyo en el que se produce la conexión.

La configuración escogida para el transformador del primer bloque será 1L1C incluyendo:

- Una (1) posición de protección de transformador con interruptor automático de protección con funciones 50-51 y 50N-51N; seccionador; seccionador con puesta a tierra y detector de presencia de tensión trifásico.
- Una (1) posición de línea con interruptor-disyuntor, seccionador de puesta a tierra y detector de tensión.

La configuración escogida para el transformador del segundo bloque será 1L1C1L incluyendo:

- Una (1) posición de protección de transformador con interruptor automático de protección con funciones 50-51 y 50N-51N; seccionador; seccionador con puesta a tierra y detector de presencia de tensión trifásico.

- Dos (2) posiciones de línea con interruptor-disyuntor, seccionador de puesta a tierra y detector de tensión.

### 3.7.4 Centro de seccionamiento telemandado

La energía generada por el proyecto se evacuará hasta un nuevo centro de seccionamiento telemandado ubicado fuera de la parcela del proyecto que consta de la siguiente aparamenta eléctrica:

Una (1) celdas de línea para entrada de la línea de MT desde el parque de baterías y dos (2) celdas de salida hacia la línea 62 – ASUA – GALDAKO 1 de 30 kV I-DE Redes Eléctricas Inteligentes (Iberdrola), línea en la cual se produce el punto de conexión.

Cada celda consta de:

- Tres (3) terminales unipolares para conexión cables.
- Un (1) detector lumínico de presencia de tensión
- Un (1) seccionador de puesta a tierra
- Un (1) interruptor-seccionador

Así mismo, el centro contará con una celda de medida. La aparamenta de la celda comprende:

- Tres (3) terminales unipolares para conexión cables.
- Tres (3) transformadores serán de doble relación primaria. Para el caso que nos ocupa serán de 200-400/5 Amperios, conectados en la relación de 200/5 Amperios.
- Un (1) contador de medida bidireccional de cuatro cuadrantes. La función de contador se encargará de medir la energía activa en doble sentido (A+, A-) en clase de precisión 0,2S y medida de la energía reactiva en los cuatro cuadrantes (Ri+, Ri-, Rc+, Rc-) en clase de precisión 0,5, para redes trifásicas de 4 hilos, con display multifunción, con contacto de sentido de la energía, parametrizables y configurables por software.
- Tres (3) transformadores de tensión inductivos en la posición de línea, con un secundario exclusivo para la medida de 110: √3 V., de clase 0,2 y 10 VA.

Características de los Interruptores: Las características eléctricas más esenciales de los interruptores que incorporan las celdas son:

- Tensión de aislamiento asignada 36 kV
- Tensión de servicio nominal 30 kV
- Frecuencia 50 Hz
- Intensidad asignada 630 A
- Poder de corte 20 kA / 3s

### 3.7.5 Cableado

#### Cableado en corriente continua (CC)

El cableado de baja tensión conectará cada rack con el Panel de CC de la batería donde estarán los equipos de seccionamiento y la aparamenta de protección. La distribución de los cables en CC se detalla en el plano "Conexionado Eléctrico". La sección de cada tramo dependerá de la longitud del recorrido y del número de racks conectados. En el documento "Anexos" se detalla la longitud y la sección de todos los tramos de cableado de CC de la planta.

El diseño de los cables en CC se realiza para una caída de tensión máxima del 1,5% desde las baterías hasta el inversor con una tensión de referencia de 690 Vdc de las baterías. En

cuanto al criterio de intensidad máxima la instalación de corriente continua se diseña enterrada en zanja bajo tubo con cables unipolares.

Las características físicas del cableado de baja tensión serán las siguientes: una capa de aislamiento de XLPE, temperatura de operación 90ºC, adecuado para instalación directamente enterrada, en conductos subterráneos, mediante tubo PE resistente a los rayos ultravioleta en los tramos en los que el cable sea instalado en exterior.

La eficiencia del sistema de cableado en DC resulta 99,90 %.

**Cableado en corriente alterna (CA) en BT**

Desde el inversor hasta el transformador se conectará mediante barras de cobre desde los terminales del inversor-rectificador hasta el transformador.

La conexión es interna en los bloques ya que tanto transformador como inversor quedan integrados en ella. La sección del cableado será la recomendada por el fabricante.

La eficiencia del sistema de cableado de corriente alterna en BT resulta 99,95 %.

**Cableado en corriente alterna (CA) en MT**

El cableado en corriente alterna en MT enlazará los bloques con el centro de seccionamiento telemandado. La distribución de los cables en MT de la planta se detalla en el plano "Red MT" del documento "Planos".

Se dimensionará la sección del cableado en MT considerando una caída de tensión máxima de 3% desde el transformador del primer bloque hasta el centro de seccionamiento telemandado con una tensión de referencia de 30 kV. En cuanto al criterio de intensidad máxima la instalación se diseña enterrada con cables unipolares.

Las características físicas del cableado de media tensión serán las siguientes: una capa de aislamiento de etileno-propileno de alto módulo HEPR, temperatura de operación 105ºC, adecuado para instalación directamente enterrada.

La eficiencia del sistema de cableado de corriente alterna en MT hasta el centro de seccionamiento telemandado resulta 99,93 %

### 3.7.6 Sistema de control

El primer nivel de adquisición de señales será los BMU (Battery Master Unit) que son quienes controlan cada rack de baterías, el conjunto de baterías está controlado por BCMU quien genera la orden de cierre o apertura del contactor de salida de cada rack de baterías. Dichas señales llegan a los inversores quienes se encargan de controlar la cantidad de energía de carga y descarga de la batería mediante un sistema SCADA.

La coordinación de todos los inversores que se ubican en la instalación se realiza de forma autónoma por unidad de baterías y se lleva a cabo mediante un controlador PLC que se comunicará con el centro de seccionamiento telemandado.

Este sistema es el encargado de dar cumplimiento a la demanda del operador de red y se comunica a través de los dataloggers del sistema. El sistema incluirá los equipos necesarios para realizar las funcionalidades reflejadas por la normativa y legislación aplicable.

Las funciones del sistema de control incluirán:

- Monitorización de las condiciones de operación del sistema de baterías
- Estimación del estado de carga (SOC)
- Estimación del estado integral de las baterías (SOH)
- Control del flujo de carga y descarga
- Gestión de temperatura de operación
- Sistema de alarmas con diagnóstico de errores
- Balance y protección del sistema

El esquema simplificado de control de la planta se muestra a continuación:

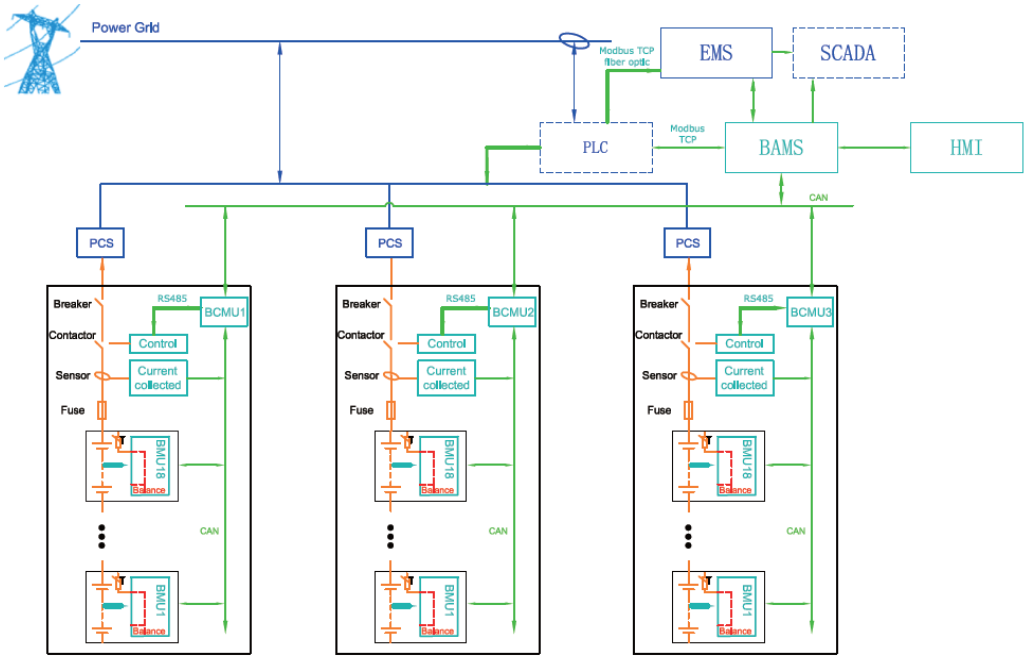



Figura: Esquema Control Planta

### 3.7.7 Sistema de monitorización

Para monitorizar la operación de la planta de almacenamiento se instalará un sistema de monitorización centralizado dentro del centro de seccionamiento telemandado que incluirá el hardware suficiente para su completa integración en la planta.

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y el sistema de control de la planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas. Estará diseñado para realizar las funciones necesarias desde el centro de seccionamiento telemandado.

El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario, tanto desde la ubicación del Proyecto como mediante un acceso remoto (a través de internet). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos/subredes.

El registro de todos los parámetros medibles de la planta se realizará cada segundo y la información se almacenará y procesará en servidores locales, permitiendo la ejecución de cualquier comando al control de la planta para optimizar su funcionamiento.

El sistema presentará las siguientes características:

Monitorización desde el centro de seccionamiento telemandado:

- Esquemas unifilares interactivos de la planta
- SCADA layout
- Panel de gestión de alarmas
- Información detallada de los dispositivos del sistema

Análisis de datos:

- Herramientas de visualización múltiples
- Configuración flexible de parámetros

- Comparativos de KPIS

Control remoto:

- Controlador de planta
- Comando manual de control

Registro de datos personalizable:

- Monitorización en tiempo real
- Variables típicas del sector
- Variables personalizadas
- Integración completa

Operación y mantenimiento:

- Personalización de alarmas avanzadas
- Evaluación inteligente de alarmas
- Sistema de ticketing integrado
- Calendario de mantenimiento preventivo

Reporting:

- Informes corporativos personalizables
- Generación de informes automáticos
- Gestión de informes de O&M

## 3.8 Red interna en media tensión

### 3.8.1 Descripción general del sistema de evacuación

Desde la celda de media tensión del centro de protección y medida saldrá una línea trifásica enterrada a 30 kV que enlaza con la celda de línea correspondiente en el Centro de seccionamiento. La conexión con esta línea se realizará a través de un centro de seccionamiento telemandado a instalar en el punto de coordenadas X: 512.437,75 Y: 4.790.677,73 con la línea 62 – ASUA – GALDAKO 1 de 30 kV.

El detalle de la red de media tensión se muestra en el documento "Planos".

### 3.8.2 Conexión interna en MT (30 kV)

La instalación del cableado en MT entre los transformadores, CPM y el centro de seccionamiento telemandado se realizará directamente enterrada. El detalle del trazado de zanjas y de la sección de las mismas se muestra en el documento "Planos".

Asimismo, los cables están dimensionados para garantizar una caída de tensión máxima del 3% en el tramo de línea más desfavorable (desde los transformadores hasta el Centro de seccionamiento). En el anejo de cálculos se detalla la caída de tensión en todos los tramos de cableado del sistema de MT de la planta.

### 3.8.3 Conductor 30 kV

El cableado de media tensión enlazará los transformadores y conectará la instalación con la celda de entrada del centro de seccionamiento telemandado. Las características del conductor están recogidas dentro de la NI 56.43.01 (Edición 7, fecha mayo 2019) y serán las siguientes:

- Conductor: Aluminio compactado, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable, no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contra-espira de cobre.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Asimismo, los cables están dimensionados para garantizar una caída de tensión máxima del 3% en la línea y 0,5% máximo de pérdidas.

La sección de los tramos de cableado en MT se define con detalle en el documento "Anexos".

### 3.8.4 Celdas de Media Tensión

Las celdas del sistema de almacenamiento son del tipo SF6 a baja presión de trabajo (0,4 bar de presión relativa). Están dotadas de interruptores automáticos y las diferentes funciones de cada circuito están compartimentadas para minimizar la extensión ante cualquier incidente interno, aparte de permitir realizar de forma segura trabajos de mantenimiento sin perturbar el servicio.

El detalle de las características, tanto de las celdas de MT de los transformadores, como de las celdas de MT del centro de seccionamiento telemandado ya se ha mostrado en secciones anteriores.

### 3.8.5 Sistema de medida y Punto Frontera

Conforme al Reglamento Unificado de Puntos de medida, se instalará un sistema de medida tipo 1 en el punto frontera, situado en el centro de seccionamiento telemandado que estará ubicado junto a la línea actual de Iberdrola.

El centro de seccionamiento telemandado deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de tele gestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan realizar las funciones de automatización y su operación remota desde el Despacho de Operación de I-DE.

De acuerdo con la actual reglamentación, el centro de seccionamiento telemandado que da continuidad a la línea de i-DE debe ser cedido a la empresa eléctrica, realizándose la operación de dichos interruptores desde el Despacho de Operación de i-DE.

Se incluirán elementos de medida comprobante en el centro de seccionamiento telemandado, donde se realizará la medida neta de la energía generada mediante un contador bidireccional, además de la entrega de la telemedida en tiempo real. La disposición de los elementos de medida se muestra en el diagrama unifilar del documento "Planos".

### 3.8.6 Servicios auxiliares

A continuación, se resume la dotación requerida para proteger las baterías, y que éstas no se vean afectadas por un fuego de algún componente externo dentro de la batería y en caso de ocurrir, realizar su extinción a la brevedad posible, evitando cualquier daño a los equipos próximos a la instalación.

Sistema de detección:

- Instalación de una central en cada una de las baterías integrada en CRA (Central receptora de alarmas).
- Instalación de un cuadro/caja para la ubicación de los relés requeridos.

- Dos zonas de detección (detectores ópticos de humos), con cobertura reducida al 50% por gestionar una extinción.
- Pulsadores de disparo instalados en el acceso al contenido.
- Sirena interior.

Sistema de extinción de incendios:

Se plantea un sistema de extinción automático en base a NFPA 855 en cada uno de los equipos de batería de la planta de almacenamiento y tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

- Puesto que en el proceso de combustión de la batería se genera oxígeno, el sistema de extinción local para protegerlas debe descargar en el interior de los módulos/celdas que permitan contener el agente extintor (polvo). Los fuegos posibles son metálicos y químicos, por tanto, se proyecta un Fire Trace cargado por polvo tipo D. Asimismo, se recogerán las señales del sistema (presión, flujo y válvula de corte).
- Se dotará a cada recinto de un mínimo de un extintor de polvo. Como refuerzo de los mismos y para sofocar conatos de incendio donde la proyección del polvo pueda ser perjudicial para los equipos e instrumentación, junto al extintor de polvo se instalará un extintor de CO2.
- El sistema de supresión de incendios estará comunicado con el sistema de refrigeración y alimentación eléctrica para detener la operación y minimizar el riesgo de incendio cuando se requiera.
- Por último, se presta mucha importancia al confinamiento del incendio (dar por perdido el módulo afectado, pero evitar que se propague al resto de la instalación). La NFPA 855 indica que el habitáculo ha de tener una resistencia a fuego de al menos 1 hora.

Control de la alarma de incendio:

- Los detectores de humo y temperatura son instalados y conectados a las alarmas de luz y sonido mediante el módulo de entrada y salida de señal.
- Cuando la sensibilidad del humo sobrepasa los 2,5%/m o el aumento de la temperatura es mayor a 10ºC por minuto, el sistema considera un riesgo de incendio y activa el sistema de alarma local con luz y sonido. A su vez reporta al sistema DMS para un aviso remoto.
- Si alguna persona encuentra algún riesgo de incendio, presiona el activador manual para activar la alarma.
- Cuando hay una alarma de incendio una revisión visual es requerida y la alarma de incendio puede ser recuperada manualmente luego de confirmar que el riesgo de incendio ha terminado.

Asimismo, para evitar condiciones de malfuncionamiento las baterías contarán con un sistema de ventilación y refrigeración diseñado en cumplimiento con las certificaciones CE. Este sistema es alimentado externamente y controlado por sensores de temperatura dentro de cada equipo.

Sistema de ventilación y refrigeración

El sistema de ventilación y refrigeración lo lleva incorporado el propio equipo de baterías de forma pasiva y activa a nivel de módulo. Este sistema es alimentado externamente y controlado por sensores de temperatura dentro de cada batería.

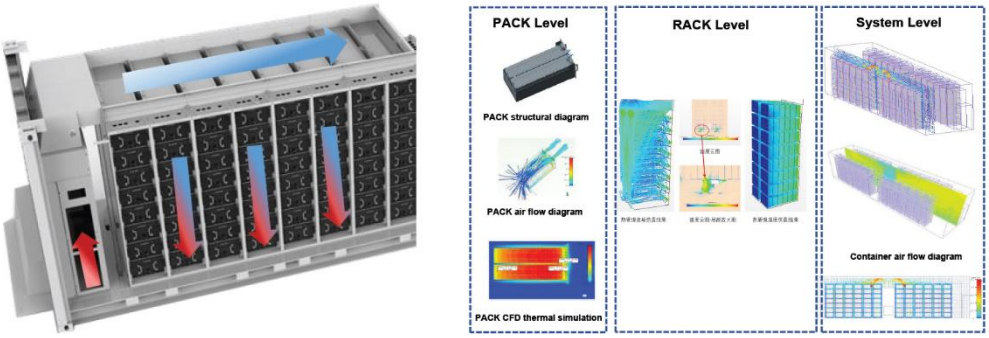



Figura: Esquemas Climatización

### Alumbrado

El sistema de almacenamiento energético dispondrá de un sistema auxiliar de baja tensión que permite la alimentación de los sistemas de alumbrado de la instalación. La alimentación se realizará mediante corriente alterna procedente del armario de distribución de alumbrado por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos e interruptor diferencial.

Los exteriores y accesos a la instalación del sistema de almacenamiento con baterías irán dotados de iluminación normal adoptando criterios de uniformidad y evitando los deslumbramientos hacia el exterior, habiéndose adoptado los tipos de proyectores y farolas considerados más idóneos.

Con el fin de definir el sistema adecuado de alumbrado, se establecen los siguientes niveles lumínicos en función de la zona de la instalación:

- Vial principal de acceso: 50 luxes.
- Perímetro: 5 luxes.

El encendido del alumbrado definido como de tipo ornamental funcionará en manual o en automático, incorporándose un reloj astronómico que controlará el encendido–apagado en automático. Este es el alumbrado que se considera necesario para el acceso a la instalación.

El alumbrado normal de intemperie de la instalación permanecerá encendido por razones de seguridad.

El alumbrado de emergencia, compuesto por unidades autónomas que se incorporan en los soportes, se encenderá de forma automática ante falta de CA a efectos de señalizar vías de escape y tendrá una autonomía mínima de una hora.

## 3.9 Obra civil

### 3.9.1 Movimientos de tierras

El terreno presenta una pendiente ligera hacia el norte de la parcela por lo que se realizará un aporte de tierra para que la plataforma del parque quede con una pendiente del 2% para facilitar el drenaje natural de la misma. En todo momento se minimizará el movimiento de tierras a realizar.

El volumen de tierra desplazado se estima en 1000 m3 de desmonte. Esta tierra se empleará, bajo aceptabilidad del estudio geotécnico a realizar, para la formación del terraplén complementario de la nivelación de la explanada.

Para determinar la cota de explanación, se tomará como referencia la cota en el acceso a las instalaciones, posteriormente se procederá al replanteo de las excavaciones necesarias.

Para la nivelación del terreno se proyecta la retirada de una capa del terreno original para rellenarla con dos tongadas de 25 cm cada una de zahorra compactada al 98% Proctor Normal de tal forma que la cota de explanación rebase en 10 cm el nivel del terreno original.

La totalidad de las cimentaciones necesarias en la planta quedarán instaladas a una cota superior a la cota de explanación del terreno resultado de esta actuación (10 cm por encima) con el objetivo de facilitar el futuro desmantelamiento.

La capa de tierra vegetal que se retire en estos trabajos quedará apilada en caballones de no más de 2 m de altura y conservados para la restitución de los terrenos, en la medida de lo posible, y según se requiera en el informe medioambiental pertinente. La tierra sobrante se retirará a través de un gestor autorizado.

### 3.9.2 Cimentaciones

Los bloques de transformador+inversores y los contenedores de baterías se dispondrán sobre una losa de hormigón con la superficie necesaria para disipar los esfuerzos estructurales sobre el terreno.

Se prevé una zona de montaje junto al acceso de la instalación para la descarga de los equipos y la grúa que se preparará teniendo en cuenta que la densidad seca de las tongadas del material para explanada después de la compactación no sea inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal. La compactación de la zahorra artificial que constituye el firme deberá alcanzar una densidad seca no inferior a la que corresponda al 98% de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado.

### 3.9.3 Zanjas

En los pasillos de la instalación se excavarán zanjas para el trazado de cables de corriente continua de baterías a inversores; cables de corriente alterna a servicios auxiliares de baterías; cables de fibra óptica entre los equipos del sistema; y cables de MT para la evacuación hacia el centro de seccionamiento telemandado. Los cables dentro de las zanjas irán directamente enterrados o bajo tubo, según el tipo de cable.

Serán instaladas arquetas en todos los cruces de cableado. Las dimensiones de las arquetas serán diseñadas acorde con el número de cables y las dimensiones de las zanjas.

En el documento “Planos” se recoge el detalle de las zanjas en función del nivel de tensión, obstáculos que atraviesa el trazado, número de cables, método de instalación, etc.

Para todas las zanjas se estima una ocupación temporal adicional a la anchura total de la zanja de 1,5 m a cada lado de la zanja. Se priorizará siempre el relleno de la zanja con el mismo material que se ha extraído para la excavación de la misma y el resto se rellenará con arena de sílice, con una capa mínima de 0,05 m entre cable y borde de la zanja; 0,05 m entre cota inferior de la zanja y cable: y 0,10 m por encima del cable.

Cada zanja se dimensionará según el número de cables que albergue, siguiendo los requerimientos del REBT ITCs 07 y 21. El detalle de los diversos tipos de zanja incluido en el presente proyecto se muestra en el documento “Planos”.

Se estima una longitud total de 970 metros lineales de zanjas excavadas. El volumen de tierra excavada en la ejecución de todas las zanjas de la instalación se estima en 420 $m^3$. La superficie de ocupación temporal de las zanjas durante la fase de obra se estima en 3.880 $m^2$.

### 3.9.4 Drenajes y saneamientos

El sistema de drenaje y control de erosión garantizará la correcta evacuación de las aguas pluviales de escorrentía. Los drenajes deben proteger el paquete de firmes de los viales internos, evitar la entrada de agua en cualquier edificio o componente eléctrico, así como evitar la erosión del terreno y la acumulación de sedimentos o de agua.

El drenaje se realizará dotando a la plataforma de una ligera pendiente hacia el lado natural (no inferior al 0,5%), sureste.

En la cota inferior del talud resultante de las actuaciones de desmonte se proyecta una cuneta 1H1V para evacuación de aguas de lluvia.

Los viales interiores se dotarán de una cuneta de tipo 1H1V a ambos lados de la sección transversal para la evacuación del agua procedente de lluvias o escorrentía.

### 3.9.5 Viales

El acceso se realizará desde la calle municipal existente con el que linda la parcela, con el mínimo impacto sobre las condiciones actuales. Así mismo, se ejecutará un nuevo vial interno que dará acceso a cada uno de los contenedores y bloques de transformador e inversores. La anchura del camino será de 3,5 m con capa subbase de material seleccionado compactado y capa base de zahorra de entre 0,7 y 20 cm de profundidad al 95% Proctor Normal.

### 3.9.6 Vallado

Se colocará un vallado perimetral de seguridad para el sistema conjunto de almacenamiento energético para evitar que accedan personas no relacionadas con la obra o sin autorización. La configuración definitiva del vallado queda condicionada a los requerimientos que, en su caso, pudieran emitirse en el informe medioambiental pertinente.

El vallado tendrá las siguientes características:

- Altura de 2,20 metros
- Perímetro estimado de 235 metros lineales
- Postes metálicos galvanizados de 48 mm de diámetro
- Malla metálica galvanizada de 45x45x2,7mm
- Alambre de espino galvanizado 4/14/18 en la parte superior

### 3.9.7 Zonas de acopio

En la parcela de la planta de almacenamiento energético se proyecta una superficie de 328 m2 de ocupación temporal para el acopio de materiales durante la fase de construcción.

### 3.9.8 Punto limpio

Se habilitará un contendedor estándar de 20 pies en el acceso principal dentro de la planta como punto limpio para el almacenamiento de residuos procedentes de sprays, aceites, desengrasantes y demás materiales que requieren un tratamiento especial en el plan de gestión de residuos. Los residuos no se mantendrán en este punto limpio por tiempo superior a un mes, priorizando su traslado a vertedero por gestor autorizado para posterior tratamiento.

### 3.9.9 Tráfico durante la obra

El tráfico de vehículos y maquinaria durante la fase de obra se realizará siempre que sea posible por los viales definitivos dispuestos a tal efecto. El tráfico en obra estará comprendido en horario de 8 de la mañana a 6 de la tarde en los días laborales.

El tráfico en la planta no supondrá interferencia ninguna con el tráfico actual del emplazamiento. Se realizará riego de caminos en las zonas que se prevea la emisión de polvo en suspensión.

De forma estimativa, el tráfico de maquinaria pesada para la excavación de zanjas se estima en un total de 5 camiones bañera para reubicar la tierra excavada y un total de 5 para transporte de arena de relleno de zanja. Para la aplicación de áridos en los caminos internos de la planta se estima un volumen de tráfico de 2 camiones bañera durante la fase de obra.

Adicionalmente, para el montaje electromecánico de las baterías y centros de transformación se estima un tráfico continuo de 2 manipuladores telescópicos; 2 maquinarias de obras públicas; 1 tractor y una grúa telescópica. Para el transporte de baterías y centros de transformación se estima un volumen de 2 camiones tráiler.

El suministro de combustible para repostaje de maquinaria se realizará desde un depósito de gasoil de la zona de mantenimiento de maquinaria ubicada en el acceso principal del camino municipal.

### 3.9.10 Red de Puesta a Tierra

Su objeto, principalmente, es delimitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Todas las masas de la instalación, tanto de la sección de continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre desnudo enterrado de 50 mm2 de sección. El cable desnudo, se enterrará a una profundidad no inferior a 0,7 m.

Todos los inversores y estructuras se conectarán equipotencialmente. Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, se dispondrá de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito. Para garantizar un buen contacto eléctrico con el electrodo, las conexiones se efectuarán por medio de piezas de empalme adecuadas: terminales bimetálicos, grapas de conexión atornilladas, elementos de compresión o soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión.

### 3.9.11 Almacén

Se instalará tres contenedores de veinte pies junto a una esquina del vallado perimetral (ver Planos) para albergar piezas de repuesto previstas durante la fase de operación y mantenimiento de la instalación.

La superficie de ocupación temporal del almacén será de 328 m2 y la ocupación definitiva en fase de operación de 91 m2.

Se instalarán una losa de hormigón sobre la que apoyará el mencionado contenedor, por encima de la cota de explanación para dar soporte y estabilidad.

### 3.9.12 Centro de control

Se instalará un edificio como centro de control dentro del perímetro de la planta de almacenamiento, concretamente junto a la zona de acopio y será alimentado por el centro de transformación más cercano, garantizándose el suministro eléctrico al mismo (iluminación y climatización).

Del mismo modo, al tratarse de elementos con componentes metálicos, la estructura irá conectada a la red de puesta a tierra de la planta.

El edificio será destinado a centro de control, formado por un módulo de dimensiones exteriores (largo x ancho x alto) 5.840 x 2.350 x 2.875 mm y un módulo de dimensiones exteriores (largo x ancho x alto) 4.840 x 2.350 x 2.875 mm, ambas tipologías con una altura interior libre de 2.500 mm. El resultado es un edificio modular con una superficie total construida de 25.10 m².

Las dimensiones del edificio de operación y mantenimiento serán 10.681 x 2.350 x 2.800 y ocupará una superficie definitiva estimada de 30 $m^2$ y temporal de 1.300 $m^2$ y albergará las siguientes estancias:

- Zona de Racks
- Zona de oficinas
- Baño

Estructura de suelo

El bastidor base está formado por perfiles conformados en frío de chapa galvanizada de 2 mm de espesor. Transversalmente se colocan correas en forma de omega perfilada en frío de chapa galvanizada.

El conjunto del piso soporta cargas de uso de:

- 300 kg/m2 uniformemente repartida en la Zona de Trabajo
- 500 kg/m2 uniformemente repartida en la Zona de Rack

Revestimiento con aglomerado hidrófugo de e=19mm.

Estructura cubierta

El bastidor de cubierta está formado por perfiles conformados en frío de chapa galvanizada de 2 mm de espesor. Transversalmente se colocan Omegas metálicas. Dichas omegas soportan la chapa trapezoidal de espesor 0,6 mm anclada a los perfiles mediante tornillos autorroscantes con arandelas estancas.

Pilares

Los pilares están formados por perfiles conformados en frío de chapa galvanizada de 2 mm de espesor. Dicho pilar se atornilla a la base y a la cubierta mediante tornillería especial.

En el interior del pilar se ubica la bajante de aguas de la cubierta formado por un tubo redondo de PVC de 75 mm de diámetro.

El pilar se remata por la parte interior mediante una chapa lacada que sirve de sujeción a los mecanismos eléctricos, enchufes, interruptores y cuadro eléctrico de protección.

Cerramiento

El cerramiento lateral se realizará con panel sándwich AIS-PRT compuesto de chapa de acero prelacada sobre base galvanizada por ambas caras y aislamiento intermedio térmico y acústico. Con las siguientes características:

- Espesor = 40 mm
- Aislamiento = PUR
- Densidad de 40 kg/m3 (±10%)
- Conductividad térmica es = 0,021 W/mK
- Perfilado (Ext/Int) = Gofrado / Gofrado
- Color (Ext/Int) = Blanco/Blanco

Cubierta

Chapa trapezoidal de espesor 0,6 mm anclada a los perfiles de bastidor de cubierta mediante tornillos autorroscantes con arandelas estancas.

## Pavimento/Suelo

Sobre el tablero aglomerado hidrófugo de e=19mm se colocará el acabado final, que será con pavimento vinílico Sintasol modelo Traviata 6026.

## Falso techo

El falso techo está formado por lamas de chapa perfilada metálica galvanizada y prelacada en poliéster silicona color blanco pirineo con un espesor de 0,5 mm. Entre el falso techo y la chapa de cubierta se coloca el aislamiento de 80 mm de fibra de vidrio con lámina de vapor.

La altura interior libre será de 2.500 mm.

## Puertas exteriores

Puerta exterior en sistema practicable de doble hoja ciega, de dimensiones 815x2.060 mm, fabricada con perfilería de Aluminio lacado en blanco. Con cerradura y manilla. En concreto, se instalará 1 unidad.

## Ventanas

Ventana de 975x1045 mm de dos hojas correderas, fabricada con perfilería de PVC en blanco, acristaladas con vidrio de 4 mm. Con rejas de protección exterior ni persianas. En concreto, se instalará 1 unidad.

Ventana de 500x500 mm de una hoja proyectante, fabricada con perfilería de PVC en blanco, acristalada con vidrio tipo Carglass. Sin reja de protección exterior ni persianas. En concreto, se instalará 1 unidad.

## Divisiones interiores

Paneles sándwich del mismo tipo y características que los utilizados en el cerramiento exterior.

## Carpintería interior

Puerta interior en sistema practicable de doble hoja ciega, de dimensiones 815x2.060 mm, fabricada con perfilería de Aluminio lacado en blanco. Con cerradura y manilla. En concreto, se instalará 1 unidad.

## Instalación eléctrica

Se considera completa exceptuando la línea de corriente hasta el lugar de colocación del prefabricado. Todas las conducciones eléctricas y sus instalaciones se ajustarán a la actual normativa y reglamento de baja tensión. A la llegada de la acometida se montará un Cuadro de Mando y Protección con protección independiente mediante magnetotérmicos y los diferenciales necesarios para alumbrado, emergencias (en caso de contar con ellas), climatización y usos varios, y contará de elementos de protección frente a contactos directos, sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos.

La instalación eléctrica está formada por las siguientes unidades:

- Pantalla de superficie Led estanca de 2x18W. Cantidad: 2 und.
- Plafón de superficie Downlight Led 20W. Cantidad: 1 und.
- Interruptores y/o Conmutadores de superficie de 10W+TT. Cantidad: 3 und.

- Tomas de Enchufe de superficie de 16A+TT, en los aseos serán de tipo estanco. Cantidad: 3 und.
- Luminarias de superficie de emergencia. Cantidad: 2 und.
- 2 puntos de voz-datos con 2 tomas de 16A +p.p. canaleta y sin cableado E/5.Cantidad: 2 und.

## Instalación de fontanería y saneamiento

Se considera completa exceptuando la red de traída de agua hasta el lugar de colocación del prefabricado, y la red de evacuación de aguas residuales hasta la fosa séptica. La instalación de agua sanitaria está formada por tubería de polietileno reticulado multicapa con sus accesorios. El saneamiento está formado por tubería y accesorios de PVC rígido, dotado de los correspondientes sifones hidráulicos. Las uniones se materializarán mediante adhesivos específicos de PVC para conseguir así una perfecta estanqueidad.

La instalación se compone de los siguientes elementos:

- Inodoro de porcelana completo con tanque bajo.
- Lavabo con pedestal completo, con grifo y espejo.

Se instalarán dos depósitos de 5.000 L para la instalación hidráulica:

- Depósito para aguas fecales
- Depósito para agua sanitaria

Tanto el suministro de agua sanitaria como la retirada de aguas fecales se realizará mediante camión cisterna.

## Instalación de PCI

Estará constituida por:

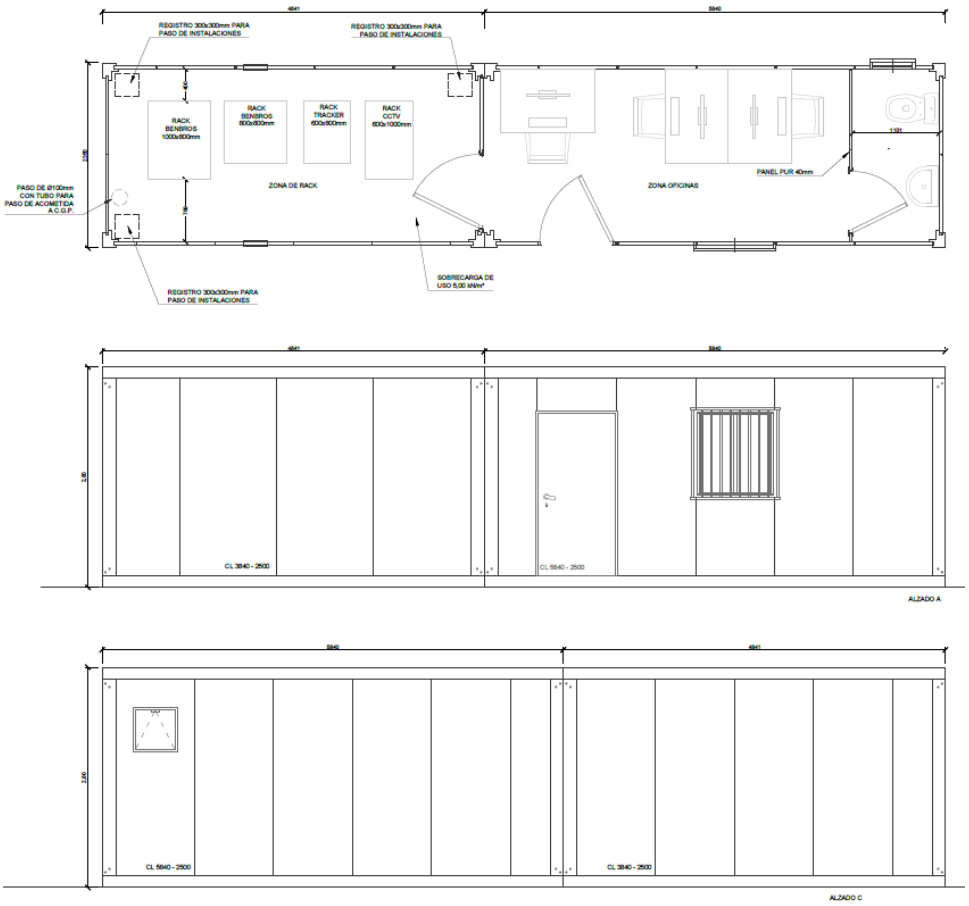
- Extintores de polvo seco polivalente.
- Extintor de CO2.
- Señales foto luminiscentes de riesgo diverso ubicadas según planos de proyecto.

## Instalación de climatización

La instalación de climatización se realizará mediante acondicionadores individuales tipo SPLIT de pared, con bomba de calor. Las unidades exteriores se dispondrán sobre la fachada posterior, mediante soportes adecuados. La ubicación será la adecuada para la correcta canalización de los conductos de desagüe. Se dotará de climatización a las dependencias principales, y la capacidad de las unidades será la adecuada para cada estancia, garantizándose una temperatura en invierno de 21º C a 23º C y en verano de 23º C a 25º C. Los equipos irán dotados con accionamiento mediante mando a distancia.

## Esquemas

A continuación, se muestran unas imágenes del Centro de Control previsto:




## 3.10 Operación de la planta

El sistema propuesto, no representa un sistema de generación eléctrica, sino un sistema de almacenamiento de energía generada en otras centrales o bien, tomando energía de la propia red. Hay que considerar que la energía excedentaria de otras centrales de generación, en caso de no ser almacenada se perdería y no puede ser aprovechada y gestionada correctamente por el sistema eléctrico.

En general, los servicios que la gestión de un sistema de almacenamiento puede proporcionar se dividen en “Servicios de Potencia” y “Servicios de Energía”.

- Servicios de Potencia: se refiere a aspectos relacionados con la potencia del sistema de almacenamiento, la velocidad de respuesta del mismo y los beneficios que aporta el sistema de almacenamiento en relación al intercambio de potencia con la red eléctrica a la que está conectado.
- Servicios de energía: se refiere a los aspectos energéticos, que están intrínsecamente vinculados a los intercambios de potencia para intervalos de tiempo mayores que los que proporcionan los servicios de potencia referidos en el punto anterior.

Los servicios referidos pueden dividirse en base a las funciones realizadas y a los criterios de dimensionamiento y uso en cuatro subsecciones, que son:

- Seguridad
- Calidad Energía
- Necesidades del Mercado
- Accesos (aplazamiento de inversiones)

La definición de la modalidad de funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía deberá ser acordada con el gestor de la red (DSO).

El proyecto BESS puede proporcionar una amplia gama de servicios a la red:

- Suministro de energía durante las horas punta de demanda, con una capacidad diaria disponible.
- Carga de las baterías de la red, en horarios de precios bajos y liberación de esta energía almacenada en horas de precios elevados con mayor contribución de tecnologías térmicas, por lo que supondría una reducción de las emisiones al desplazar del mix energético a estas últimas.
- Desplazamiento de la curva de producción: mediante la carga y descarga de las baterías, el proyecto del BESS permite cambiar las horas de producción de energía, por tanto, se puede elegir el horario de descarga de las baterías según las necesidades del sistema eléctrico.
- Integración de renovables. La implantación de sistemas de almacenamiento mejora la estabilidad oferta-demanda del sistema eléctrico de tal forma que se minimiza la variabilidad intrínseca de la producción de energías renovables, permitiendo una mayor penetración de estas tecnologías en el sistema.

Además, el mismo sistema BESS puede estar disponible para proporcionar otros servicios como:

- Provisión de un sistema de servicios auxiliares de rápida respuesta (<200 milisegundos) para mantener la frecuencia de la red en condiciones normales de operación y dar respuesta a los eventos de red (spin/non spin reserve).
- Recuperación de pérdidas de generación renovable ante indisponibilidad de inyectar energía a la red.
- Reducción de desviaciones en la producción de energía renovable respecto a las previsiones.

En resumen, estos servicios que puede suministrar el sistema de contenedores de baterías permiten obtener numerosas ventajas, como son, aprovechar y optimizar el uso de todos los recursos energéticos renovables, reducir las emisiones que provocan los combustibles fósiles, disponer de una respuesta rápida de control de frecuencia para garantizar el correcto funcionamiento de la red ante eventos imprevistos, realizar mejores ajustes y reducir desviaciones entre la previsión y producción de energía renovable y, por tanto, conseguir mejoras desde el punto de vista económico.

# 4 LÍNEA DE EVACUACIÓN EN 30 kV

## 4.1 Emplazamiento

La línea de evacuación de la planta de almacenamiento energética “BESS Lezama” conectará el centro de protección y medida de la planta con el centro de seccionamiento. Discurrirá en el término municipal de Lezama, en la provincia de Bizkaia.

Las coordenadas UTM del inicio y final de la línea de evacuación se muestran a continuación:

| Coordenadas UTM de la LSMT 30 kV | |
|---|---|
| Huso | 30 T |
| Inicio | X=513.830,83; Y= 4.790.424,66 |
| Final | X=514.260,49; Y=4.790.064,2 |

Se muestra la vista general de la implantación de la línea de evacuación en la siguiente figura:

**Implantación línea de evacuación hasta centro de seccionamiento,**

Las coordenadas más representativas de la línea de evacuación son:

| Vértices Línea Evacuación (UTM ETRS89 HUSO:30T) | | |
|---|---|---|
| Vertice Nro. | Coordenada x | Coordenada y |
| V-01 | 512.491,61 | 4.791.206,13 |
| V-02 | 512.487,02 | 4.791.207,18 |
| V-03 | 512.474,58 | 4.791.150,70 |
| V-04 | 512.476,47 | 4.791.143,56 |
| V-05 | 512.484,96 | 4.791.137,52 |

| Vértices Línea Evacuación (UTM ETRS89 HUSO:30T) | | |
|---|---|---|
| Vertice Nro. | Coordenada x | Coordenada y |
| V-06 | 512.498,29 | 4.791.134,82 |
| V-07 | 512.523,40 | 4.791.129,58 |
| V-08 | 512.546,99 | 4.791.126,73 |
| V-09 | 512.568,85 | 4.791.123,91 |
| V-10 | 512.616,89 | 4.791.122,12 |
| V-11 | 512.624,64 | 4.791.122,40 |
| V-12 | 512.630,58 | 4.791.122,95 |
| V-13 | 512.636,28 | 4.791.125,34 |
| V-14 | 512.641,53 | 4.791.129,74 |
| V-15 | 512.644,28 | 4.791.133,79 |
| V-16 | 512.657,32 | 4.791.129,87 |
| V-17 | 512.668,78 | 4.791.098,75 |
| V-18 | 512.670,65 | 4.791.092,83 |
| V-19 | 512.672,40 | 4.791.087,55 |
| V-20 | 512.675,78 | 4.791.071,70 |
| V-21 | 512.680,14 | 4.791.047,89 |
| V-22 | 512.681,45 | 4.791.040,62 |
| V-23 | 512.683,45 | 4.791.027,59 |
| V-24 | 512.687,12 | 4.790.999,85 |
| V-25 | 512.687,46 | 4.790.980,59 |
| V-26 | 512.688,17 | 4.790.967,26 |
| V-27 | 512.687,73 | 4.790.959,52 |
| V-28 | 512.686,92 | 4.790.946,25 |
| V-29 | 512.682,30 | 4.790.933,16 |
| V-30 | 512.676,37 | 4.790.921,84 |
| V-31 | 512.672,95 | 4.790.915,21 |
| V-32 | 512.660,48 | 4.790.895,80 |
| V-33 | 512.646,14 | 4.790.872,31 |
| V-34 | 512.639,85 | 4.790.862,29 |
| V-35 | 512.627,73 | 4.790.842,04 |
| V-36 | 512.626,55 | 4.790.840,25 |
| V-37 | 512.616,48 | 4.790.824,39 |
| V-38 | 512.601,86 | 4.790.804,87 |
| V-39 | 512.594,52 | 4.790.795,78 |
| V-40 | 512.591,70 | 4.790.791,92 |
| V-41 | 512.589,93 | 4.790.789,08 |
| V-42 | 512.582,41 | 4.790.773,09 |
| V-43 | 512.577,38 | 4.790.764,37 |
| V-44 | 512.575,84 | 4.790.762,05 |
| V-45 | 512.564,91 | 4.790.742,67 |
| V-46 | 512.555,58 | 4.790.728,09 |
| V-47 | 512.548,34 | 4.790.717,95 |
| V-48 | 512.541,70 | 4.790.710,59 |
| V-49 | 512.540,74 | 4.790.709,65 |
| V-50 | 512.526,36 | 4.790.696,77 |

| Vértices Línea Evacuación (UTM ETRS89 HUSO:30T) | | |
|---|---|---|
| Vertice Nro. | Coordenada x | Coordenada y |
| V-51 | 512.515,13 | 4.790.688,85 |
| V-52 | 512.499,05 | 4.790.676,93 |
| V-53 | 512.492,31 | 4.790.671,95 |
| V-54 | 512.484,37 | 4.790.669,23 |
| V-55 | 512.457,76 | 4.790.659,93 |
| V-56 | 512.439,08 | 4.790.676,44 |

Las parcelas ocupadas de forma permanente y temporal por el trazado de la línea de evacuación en 30 kV que conecta el centro de protección y medida de la planta y el centro de seccionamiento se muestran a continuación:

| Ref. Catastral | Naturaleza del terreno | Término Municipal | Provincia |
|---|---|---|---|
| 081 1007 16001 | Urbano | Lezama | Bizkaia |
| 081 0004 00075 | Urbano | Lezama | Bizkaia |
| 081 0004 00076 | Urbano | Lezama | Bizkaia |
| 081 0004 00059 | Urbano | Lezama | Bizkaia |

A continuación, se muestra la relación de parcelas que van a ser ocupadas solo de maneral temporal (en fase de obras):

| Ref. Catastral | Naturaleza del terreno | Término Municipal | Provincia |
|---|---|---|---|
| 081 0005 00003 | Urbano | Lezama | Bizkaia |
| 081 0005 00123 | Urbano | Lezama | Bizkaia |

## 4.2 Características de la línea de evacuación en 30 kV

### 4.2.1 Características principales de la línea

El trazado irá directamente enterrado salvo en los tramos de cruzamiento con caminos municipales en los cuales se realizará bajo tubo con prisma de hormigón. La zanja se realizará a cielo abierto siempre que el organismo competente conceda permiso. La longitud de la línea es de 850 metros y la tensión nominal es de 30 kV. El detalle de las diversas secciones de zanjas se muestra en el plano "Detalle Zanjas".

Las características generales de la línea son:

| Características generales LSMT 30 kV | |
|---|---|
| Origen | CPM de "BESS Lezama" |
| Final | Celdas de MT de centro de seccionamiento |

| Características generales LSMT 30 kV | |
|---|---|
| Longitud | 850 metros |
| Categoría de la línea | Tercera categoría |
| Categoría de la red | A |
| Número de circuitos | 1 |
| Número de conductores por fase | 1 |
| Sección del conductor | 400 $mm^2$ |
| Tipo de instalación | Directamente enterrada<br>Bajo tubo hormigonado (cruce caminos) |
| Conductores por tubo (cuando aplique) | 3 |
| Diámetro del tubo (cuando aplique) | 200 mm |
| Conexión de las pantallas | Solid Bonding en ambos extremos. |

Las principales características eléctricas de la línea se resumen a continuación:

| Características eléctricas LSMT 30 kV | |
|---|---|
| Tensión nominal | 30 kV |
| Tensión más elevada de la red | 36 kV |
| Aislamiento del cable | 18/30 kV |
| Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos tipo rayo | 170 kV |
| Frecuencia | 50 Hz |
| Resistencia a 105ºC | 0,105 Ω/km |
| Reactancia ind. | 0,103 Ω/km |
| Reactancia Cap. | 0,360 μF/km |
| Potencia máxima a transportar | 20 MVA |
| Capacidad máxima de la línea | 24 MVA |

### 4.2.2 Características del cable subterráneo

El cable de 30 kV proyectado en el presente proyecto de ejecución cumple con lo especificado en las normas:

- UNE-HD 620-1: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um =42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

- IEC60502: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV).

Las características morfológicas del cable de MT serán las siguientes:

- Conductor: Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio. Flexibilidad clase 2 según UNE-EN 60228. Temperatura máxima del conductor de 105ºC en régimen permanente.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección 25 $mm^2$.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.

Se resumen las características generales del cable de MT:

| Características generales del cable MT | |
|---|---|
| Aislamiento | HEPR |
| Temperatura máxima en régimen permanente | 105ºC |
| Temperatura máxima en cortocircuito | 250ºC |
| Nivel de aislamiento | 18/30 kV |
| Material conductor | Aluminio |
| Sección del conductor | 400 $mm^2$ |
| Número de conductores por fase | 1 |
| Sección de la pantalla | 25 $mm^2$ |
| Diámetro del conductor | 28,32 mm |
| Peso | 3.115 kg/km |
| Radio de curvatura estático | 743 mm |
| Radio de curvatura dinámico | 990 mm |

### 4.2.3 Parámetros de instalación

Los cables se instalarán a lo largo de su recorrido con dos disposiciones distintas, siendo las características en cada tramo las siguientes:

**Tramo directamente enterrado:**

La profundidad hasta la parte superior del cable será de 1 metro, viéndose modificada según los requisitos del apartado 5 de la ITC-LAT 06 del Real Decreto 223/2008. Las características del terreno de implantación empleadas en los cálculos del presente proyecto han sido: resistividad térmica de 1,5 K·m/W y 25°C de temperatura del terreno.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta

de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de AT. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

**Tramo enterrado bajo tubo hormigonado**

La profundidad hasta la parte superior del tubo será de 0,8 metros. Al igual que en los tramos del punto anterior, se cumplirá lo especificado en el punto 4.2 de la ITC-LAT 06, modificando las características del terreno por las del hormigón empleado. En este caso, la resistividad térmica considerada es de 1,0 K·m/W y 25°C de temperatura del terreno.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, presentando suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de los cables de media tensión.

### 4.2.4 Terminales

La conexión del cable con las celdas de 30 kV del centro de protección y medida situados en los extremos terminales del cable se realizará mediante conectores tipo enchufables rectos, del tipo Pfisterer o similar tamaño 3 de 36 kV hasta 400 mm2 de sección de conductor.

Las características técnicas de los terminales tipo Pfisterer son compatibles con el cable proyectado, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación.

Los terminales cumplen con los ensayos y requerimientos fijados por la norma:

- UNE-EN 61442: Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV (Um = 7,2 kV) a 36 kV (Um = 42 kV).
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

### 4.2.5 Cable de comunicaciones

Como cable de comunicaciones subterráneo se empleará un cable de fibra óptica dieléctrico, cuyas principales características son las siguientes:

| Características generales del cable de comunicaciones | |
|---|---|
| Tipo de cable | OSGZ1 |
| Número de fibras | 24 |
| Diámetro del cable | <16 mm |
| Peso | <280 kg/km |
| Tensión máxima de tiro | >250 kg |
| Resistencia a compresión | >30 kg/cm |
| Temperatura de operación | -20 a 70ºC |

El cable de comunicaciones irá instalado a lo largo de todo su recorrido en el interior de un tubo de PVC o PEAD de 110 mm de diámetro. Le sección de la zanja se muestra con detalle en el documento “Planos”.

### 4.2.6 Puesta a tierra de las pantallas

El sistema de conexión de las pantallas diseñado para el proyecto objeto de este documento es “solid bonding” o sistema de conexión rígida a tierra en el que las pantallas se encuentran conectadas a tierra en ambos extremos.

En este tipo de conexión, las pantallas están conectadas directamente entre sí y a tierra para que, en todos los puntos de la línea, las tensiones entre sí respecto a tierra se mantengan próximas a cero.

Con la utilización de este sistema de puesta a tierra no se disponen medidas para evitar la circulación de corrientes por las pantallas en régimen permanente, pero la corriente circulante es suficientemente pequeña para no resultar en pérdidas o sobrecalentamientos relevantes.

Se instalarán los cables al tresbolillo y lo más juntos posibles para que se reduzca la tensión inducida en la pantalla y, por tanto, la corriente de circulación.

Como principales ventajas de este sistema de puesta a tierra de pantallas destacan:

- En régimen permanente, la tensión entre la pantalla y tierra a lo largo de la línea es próxima a cero, ya que se debe solo a la circulación capacitiva del cable.
- En régimen permanente la tensión de contacto en los extremos de las pantallas es nula para una distribución de cables al tresbolillo, caso de este proyecto.

### 4.2.7 Protecciones

#### Protección contra sobreintensidades

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

#### Protección contra cortocircuitos

La protección contra cortocircuito por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito.

Las intensidades máximas admisibles de cortocircuito en los conductores y pantallas, correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en el capítulo 6 de la ITC-LAT06. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las estipuladas, y a estos efectos el fabricante del cable deberá aportar la documentación justificativa correspondiente.

#### Protección contra sobrecargas

Se controlará la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

**Protección contra sobretensiones**

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

## 4.3 Obra civil

### 4.3.1 Zanjas

Las canalizaciones de la línea subterránea de evacuación se proyectarán teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- La canalización discurrirá, en medida de lo posible, por terrenos de dominio público y evitando siempre los ángulos pronunciados. Siempre se priorizará la implementación de zanjas a cielo abierto, con mínimo impacto y asegurando la restitución del terreno una vez acometida la zanja.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será de mínimo 16 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán como mínimo el doble de las indicadas anteriormente en su posición definitiva.
- El cruce de la vía pública será perpendicular al eje del mismo.

Los cables se alojarán en zanjas que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumplirá con las condiciones de paralelismos, cuando los haya.

Para cable directamente enterrado, el lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de mina o de río lavado de 5 cm, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,2 y 3 mm, siendo la capa de un espesor de 95 mm, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima de los cables irá otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm sobre los cables, y sobre ésta se colocará una protección a todo lo largo del trazado del cable. Esta protección estará constituida por el número de placas cubrecables necesario para cubrir toda la longitud y anchura de la zanja. Esta placa tendrá una superficie lisa libre de irregularidades y defectos. El corte de los extremos de las placas será perpendicular a su eje longitudinal, sin aristas o rebabas cortantes y su perfil será uniforme.

Las placas llevarán las marcas en color negro indeleble. Las letras tendrán una altura de 15 mm como mínimo.

Llevarán las siguientes marcas:

- La señal de advertencia de riesgo eléctrico
- El rótulo ATENCIÓN: CABLES ELÉCTRICOS
- La abreviatura de su material constitutivo
- La inscripción LIBRE DE HALÓGENOS

- Símbolo de material reciclable

Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja. A continuación, se tenderá una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa de tierra esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,20 m se colocará una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos.

A continuación, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, y en su defecto, con tierras de préstamo de arena, todo-uno o zahorras, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

Cuando el circuito discurra bajo tubo hormigonado se realizará un dado de hormigón de dimensiones suficientes para embeber los tubos para el tendido de los cables. Sobre el hormigón se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, y en su defecto, con tierras de préstamo de, arena, todo-uno o zahorras, debiendo utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

La representación de lo expuesto anteriormente se muestra en el plano "Detalle Zanjas".

A lo largo del tramo de la línea de evacuación se ha previsto una zona de ocupación temporal para el paso de maquinaria y acumulación de caballones de tierra de excavación. La separación en uno de los márgenes de la zanja se ha estimado en 3 metros y en el otro de 1 m. En todo caso, se minimizará en fase de obra la ocupación de esta franja y se optimizará el aprovechamiento de espacio. Se procurará minimizar la ocupación temporal de zonas de dominio público siempre que se pueda, desplazando las zonas de acopio y maquinaria a la parcela de la planta de almacenamiento.

Adicionalmente, se han provisto zonas de acopio de materiales en el trazado de estas líneas para acumulación de bobinas de cableado y otros equipos necesarios. La superficie total estimada de ocupación temporal es de 34 m2.

### 4.3.2 Arquetas de comunicaciones

Para poder realizar los empalmes de los cables de fibra óptica necesarios para las comunicaciones entre el centro de protección y medida de la planta y el centro de seccionamiento y como ayuda para el tendido de los mismos se requiere la instalación de arquetas de telecomunicaciones.

Las arquetas serán sencillas (de 905mm x 815 mm x 1.150 mm) y dobles (de 905mm x 1.440 mm x 1.150 mm) y se emplearán para facilitar el tendido de los cables de telecomunicaciones y tener puntos intermedios en el caso de averías.

Las arquetas serán de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con nervaduras exteriores para soportar la presión exterior.

Se emplearán como "encofrado perdido" rellenando sus laterales tanto paredes como solera con hormigón HM20 de 20 cm de espesor mínimo. Las arquetas dispondrán de tapa de fundición.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura de los cables indicados por el fabricante. En los lugares donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Dada la corta distancia de la línea de evacuación hasta el centro de protección y medida, se instalará una única arqueta de registro a 3 metros de separación al este de la vía pública.

### 4.3.3 Tendido

Antes de empezar el tendido de los cables se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo.

Las bobinas se situarán alineadas con la traza de la línea. Si existiesen curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización, es preferible situar la bobina en ese extremo a fin de que el coeficiente de rozamiento sea el menor posible.

El traslado de las bobinas se realizará mediante vehículo transportándose siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento lateral.

Tanto las trabas como las cuñas es conveniente que estén clavadas en el suelo de la plataforma de transporte.

El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha. La bobina estará protegida con duelas de madera, por lo que debe cuidarse la integridad de las mismas, ya que las roturas suelen producir astillas hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable. El manejo de la misma se debe efectuar mediante grúa quedando terminantemente prohibido el desplazamiento de la bobina rodándola por el suelo. La bobina se suspenderá mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas o sirgas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos. Estará terminantemente prohibido el apilamiento de bobinas. El almacenamiento no se hará sobre suelo blando, y habrá que evitar que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos habrá que disponer de una ventilación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas tuvieran que estar almacenadas durante un periodo largo, es aconsejable cubrirlas para que no estén expuestas directamente a la intemperie.

Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar, se quitarán las duelas de protección, de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable, y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.)

A la salida de la bobina es recomendable colocar un rodillo de mayor anchura con protección lateral para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. La extracción del cable se realizará por la parte superior de la bobina mediante la rotación de la misma alrededor de su eje.

La extracción del cable, tirando del mismo, deberá estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable habrá que frenar inmediatamente la bobina. Estará terminantemente prohibido someter al cable a esfuerzos de flexión que pueden provocar su deformación permanente, con formación de oquedades en el aislamiento y la rotura o pérdida de sección en las pantallas. Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo de la bobina con objeto de detectar los posibles deterioros.

La velocidad de tendido será del orden de 2,5 a 5 metros por minuto y será preciso vigilar en todo momento que no se produzcan esfuerzos laterales importantes con las aletas de la bobina.

En el caso de temperaturas inferiores a 5ºC, el aislamiento de los cables adquiere una cierta rigidez que no permite su manipulación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5ºC no se permitirá realizar el tendido del cable. Una vez instalado el cable, deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano que no esté en contacto con la cubierta del cable.

En ningún caso se dejarán en la canalización y zona de elaboración de las botellas terminales los extremos del cable sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina. Para este cometido, se deberán usar manguitos termorretráctiles.

En el extremo del cable en el que se vaya a confeccionar una botella terminal se eliminará una longitud de 2,5 m, ya que al haber sido sometidos los extremos del cable a mayor esfuerzo, puede presentarse desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.

### 4.3.4 Ensayos

Los cables de potencia y accesorios utilizados deberán cumplir todos los ensayos de rutina, ensayos tipo y ensayos de precalificación indicados en la norma:

- UNE-HD 620-5E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento seco, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5.- Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR.
- UNE-HD 620-10E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Parte 10: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR.

Para comprobar que todos los elementos que constituyen la instalación (cable, empalmes, terminales, etc.) se han instalado correctamente se deberán realizar los siguientes ensayos sobre la instalación totalmente terminada:

- Ensayo de verificación del orden de fases.

  El objeto de este ensayo es realizar la comprobación y el timbrado de las fases para asegurar que no ha habido ningún cruzamiento de las mismas durante el tendido o durante la confección de los accesorios.

- Ensayo de medida de la resistencia del conductor

  El objeto de este ensayo es verificar la continuidad del cable y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

- Ensayo de medida de la resistencia de la pantalla

  El objeto de este ensayo es verificar la continuidad de la pantalla y realizar la medida de su resistencia en corriente continua.

- Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta exterior del cable.

  El objeto de este ensayo es comprobar que la cubierta exterior del cable no ha sido dañada accidentalmente durante el transporte, almacenamiento, manipulación o tendida del cable.

  Este ensayo se realizará mediante un generador portátil, aplicando una tensión continua de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra durante un minuto.

- Ensayo de descargas parciales

  La generación de la tensión de ensayo para la medida de las descargas parciales se realizará mediante un generador resonante de frecuencia variable en corriente alterna. La onda de tensión será prácticamente sinusoidal y de frecuencia comprendida entre 20 y 300 Hz.

  La tensión de ensayo se elevará escalonadamente hasta la tensión de pre-stress que se mantendrá durante 10 segundos. Luego se reducirá lentamente el nivel de tensión hasta la tensión de ensayo a la que se realizarán la medida de las descargas parciales.

  La duración del ensayo será la mínima necesaria para cada medida, teniendo en cuenta que será necesario repetir el proceso tantas veces como accesorios disponga la línea (siempre que no sea posible la medida simultánea utilizando fibra óptica, conexión por radio o Internet, etc.).

- Ensayo de tensión sobre el aislamiento.

  La finalidad de este ensayo es asegurar que no se ha dañado el aislamiento del cable durante los trabajos previos, de manera que se pueda poner en servicio el cable con las suficientes garantías.

  El método operativo será aplicar una tensión alterna a frecuencia industrial (50 Hz) entre conductor y la pantalla de durante un tiempo determinado.

- Ensayo de medida de la capacidad

Para cada una de las fases se deberá medir la capacidad entre el conductor y la pantalla metálica y la tan (δ).

- Ensayo de medida de impedancias

  El objeto de este ensayo es realizar una serie de medidas de impedancias que permita obtener la impedancia en secuencia directa y la impedancia homopolar de la instalación.

- Verificación de las conexiones del sistema de puesta a tierra.

  Una vez realizados todos los ensayos se verificará que las conexiones del sistema de puesta a tierra de la instalación (cajas de puesta a tierra, puesta a tierra de terminales y empalmes, puesta a tierra de las pantallas, conexión de autoválvulas, etc.) se corresponde con la proyectada para la instalación.

### 4.3.5 Viales temporales

Se empleará como vial temporal el propio trazado de la zanja de evacuación haciendo que la maquinaria discurra de forma longitudinal paralela a este trazado, minimizando la ocupación a ambos lados de la zanja excavada, estimada en 1 m y 3 m a cada lado. Adicionalmente la maquinaria de aporte de relleno de la zanja tendrá una afección en uno de los laterales de 3 m.

En la medida de lo posible se emplearán los puntos de intersección entre el camino existente y la línea de evacuación como puntos de acceso a la misma.

## 4.4 Cruzamientos y paralelismos

### 4.4.1 Normas generales sobre cruzamientos

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de media tensión.

**Calles, caminos y carreteras.**

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., se realizarán canalizaciones entubadas. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m. Los tubos de la canalización estarán hormigonados en toda su longitud salvo que se utilicen sistemas de perforación tipo topo en la que no será necesaria esta solicitación. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

**Otros cables de energía eléctrica:**

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

**Cables de telecomunicación:**

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como

del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

**Canalizaciones de agua:**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

**Canalizaciones de gas:**

En los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 del apartado 5.2.6 de la ITC-LAT06 del RD 223/2008. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.

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

**Conducciones de alcantarillado:**

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 4.4.2 Obra civil en los cruzamientos

Para cruzamientos con caminos, vías pecuarias, gaseoducto o arroyos, la línea de evacuación irá en zanja, por el interior de tubo de polietileno de doble capa, quedando dichos tubos embebidos en un prisma de hormigón que sirve de protección, provocando que estos

estén rodeados de un medio con propiedades de disipación térmica definidas y estables en el tiempo.

### Instalación bajo tubo

La zanja será de anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos.

Para el tendido de los cables de potencia se instalarán en disposición de tresbolillo dentro de tubo de polietileno de doble capa (exterior corrugado e interior lisa) de diámetro exterior de 200 mm.

Los tubos de polietileno de doble capa tendrán una resistencia a compresión tipo 450 N y una resistencia al impacto Normal, según norma UNE-EN 50086-2-4.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa vigente referida a riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá de otra capa de 0,1 m de espesor mínimo que podrá ser de arena o material con características similares.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las profundidades necesarias, se podrá reducir disponiéndose las suficientes protecciones mecánicas requeridas. Por el contrario, deberán aumentarse cuando las condiciones que se establezcan durante la ejecución de la obra así lo exijan.

Los separadores se instalarán cada metro y en posición vertical, de forma que el testigo del hormigón quede en su posición más elevada.

En esta misma zanja se incluirá un tubo de 110 mm de diámetro para el cableado de comunicaciones, así como los conductores a tierra.

Los cambios de dirección del trazado se realizarán con radios de curvatura no inferiores a 12,5 m (50 veces el diámetro del exterior del tubo) con motivo de facilitar la operación de tendido.

Las uniones de los tubos tendrán un sellado eficaz con objeto de evitar que, a través de las mismas, puedan penetrar materiales sólidos o líquidos (agua, barro, hormigón, etc.) procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o que, a posteriori, pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido.

Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm. Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al relleno de la zanja, al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

A continuación, se procederá a colocar los tubos de telecomunicaciones en los soportes de los separadores. Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 5 mm. Tras instalar los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos, se procederá de nuevo al relleno de la zanja.

Se rellenará la zanja en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la propia excavación, arena, o zahorra normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm de la losa de hormigón, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de media tensión según la norma UNE 48103.

Para proteger el cable frente a excavaciones, se instalará protección mecánica que soporte un impacto puntual de 20 J. Dicha protección cubrirá la proyección en planta del cableado.

Se instalará además una cinta se señalización que advierta de la existencia de cableado. Opcionalmente, se admitirá la instalación de placas para protección mecánica y de señalización.

En el caso de cruzamiento con caminos o carreteras, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente. Las reposiciones de pavimentos se realizarán según la normativa exigida por el organismo afectado.

Con carácter general, la reposición de la capa asfáltica será, como mínimo, de 70 mm salvo que el organismo afectado indique un espesor superior. En el caso de superficies no pavimentadas, la reposición será a las condiciones iguales a las existentes antes del inicio de los trabajos anteriores a realizar la obra.

#### Mandrilado

Tras finalizar la obra civil, para verificar que se ha realizado adecuadamente, se realizará el mandrilado en los dos sentidos de todos los tubos. El mandril recorrerá la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad, arrastrando una cuerda guía que servirá para el tendido del piloto que se empleará posteriormente en el tendido de los cables. La cuerda guía deberá ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm para los tubos de los cables de potencia y de diámetro no inferior a 5 mm para los tubos de telecomunicaciones.

Una vez hayan sido mandrilados todos los tubos, sus extremos deberán ser sellados con espuma de poliuretano o tapones normalizados para evitar el riesgo de que se introduzca cualquier elemento (agua, barro, roedores, etc.) hasta el momento en que vaya a ser realizado el tendido de los cables.

#### Tendido

De forma general, se respetarán las indicaciones ya reflejadas en el apartado de obra civil de la presente memoria.

El tendido de los cables empleará el sistema de tiro con freno y cabrestante. Tanto el cabrestante como la máquina de frenado deberán estar anclados sólidamente al suelo para que no se desplacen ni muevan en las perores condiciones de funcionamiento.

El cabrestante se utilizará para tirar de los cables por medio de cables piloto auxiliares y estará accionado por un motor autónomo. En la placa de características se indicará su fuerza de tracción. Dispondrá de rebobinadora para los cables piloto. También deberá disponer de un dinamómetro con objeto de controlar el esfuerzo de tiro en cada momento y de un mecanismo que interrumpa la tracción automáticamente cuando ésta sobrepase el esfuerzo programado. Antes del inicio de los trabajos de tendido, se procederá al calibrado del limitador de tiro, el cual se realizará en función de las tracciones a realizar.

Durante el tendido se protegerá el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, o mediante boquillas protectoras. Deberá comprobarse que en todo momento los cables se deslizan suavemente sobre los rodillos y tubos.

Una vez instalado el cable, se taparán las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases, aguas o roedores, mediante la aplicación de espuma de poliuretano. Dicha espuma nunca estará en contacto con la cubierta del cable.

### 4.4.3 Normas generales sobre proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de AT deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### Otros cables de energía eléctrica

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

**Cables de telecomunicación**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 metros. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

**Canalizaciones de agua**

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 metros. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 metros en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 metro respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

**Canalizaciones de gas**

En los paralelismos de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 4 del apartado 5.3.4 de la ITC-LAT06 del RD 223/2008. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en dicha tabla 4. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 metro.

### 4.4.4 Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior

a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de BT como de AT en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

# 5 CONCLUSIÓN

Con lo especificado en esta memoria y la restante documentación que forma parte del presente proyecto, se considera suficientemente descrita la instalación de almacenamiento energético “BESS Lezama” e infraestructura de evacuación subterránea, con el fin de solicitar a la administración competente la autorización administrativa.

Madrid, marzo de 2025

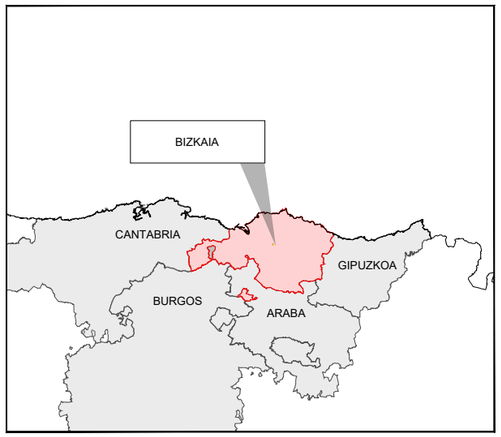
Ignacio Olabarri

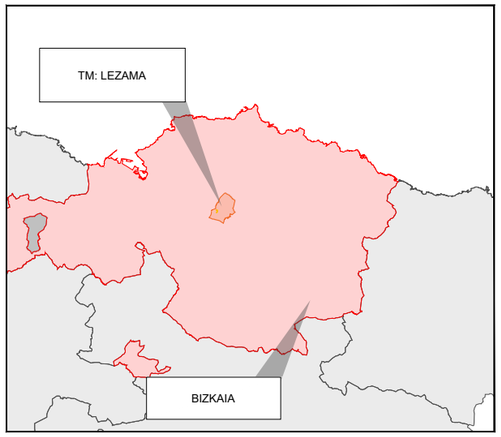
Colegiado Nº 20459 del C.O.I.I.M.

INGENOR Iberia, S.L.

# 6 ANEXO – PLANOS

SITUACIÓN GENERAL
ESCALA 1/20.000




NOTA / NOTE:
TODAS LAS COTAS Y ELEVACIONES DEBERÁN SER COMPROBADAS EN OBRA Y APROBADAS POR LA D.F. /
ALL QUOTES AND ELEVATIONS SHOULD BE CHECKED BY CONSTRUCTION AND APPROVED BY THE D.F.

| REV | MODIFICACION / MODIFICATION | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|---|
| - | - | - | - |

BENBROS energy

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS LEZAMA"

| | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|
| PROYECTADO | Feb - 2025 | EGA |
| DIBUJADO | Feb - 2025 | EDZ |
| REVISADO | Feb - 2025 | IOL |

ESCALA: Indicada

ESTADO: PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANO Nº: ES3367-LZMA-DW-001-SitGen - RevO0
SUSTITUYE A: -
SUSTITUIDO POR: -

*SITUACIÓN GENERAL*

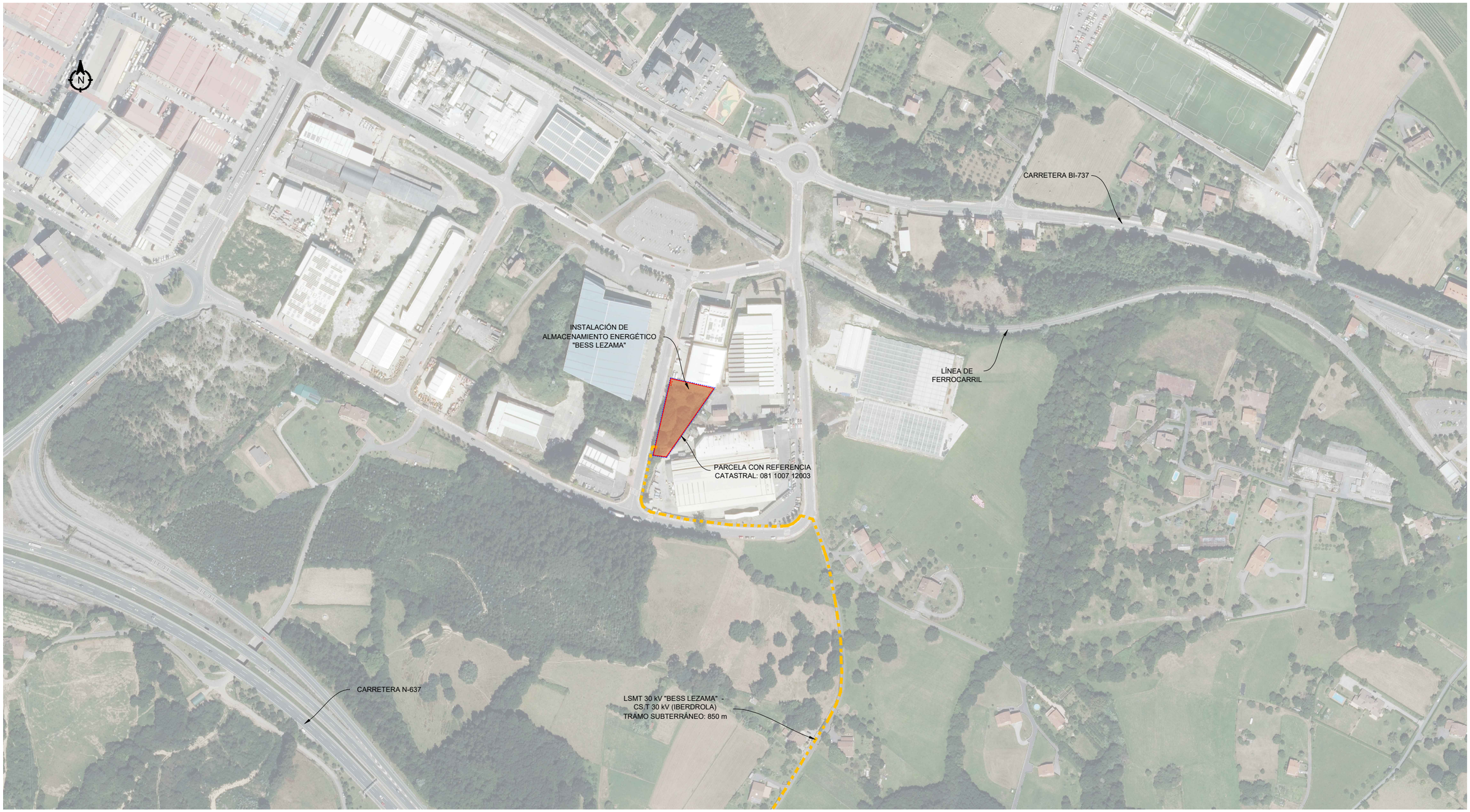
ingenor

PROYECTO DE EJECUCIÓN

IGNACIO GUARNÉS LASA
INGENIERO INDUSTRIAL Col.:28459

001
01 de 01

ISO A1 <594x841>




## SITUACIÓN PARTICULAR

ESCALA 1/2.000

### LEYENDA

- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- POWER STATION
- CONTENEDOR BATERÍAS
- VALLADO PERIMETRAL
- CAMINO INTERNO
- ZONA AFECCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA
- LÍMITE DE PARCELA

NOTA / NOTE:
TODAS LAS COTAS Y ELEVACIONES DEBERÁN SER COMPROBADAS EN OBRA Y APROBADAS POR LA D.F. /
ALL QUOTES AND ELEVATIONS SHOULD BE CHECKED BY CONSTRUCTION AND APPROVED BY THE D.F.

| REV | MODIFICACION / MODIFICATION | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|---|
| - | - | - | - |

BENBROS energy

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS LEZAMA"

| | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|
| PROYECTADO | Feb - 2025 | EGA |
| DIBUJADO | Feb - 2025 | EDZ |
| REVISADO | Feb - 2025 | IOL |

ESCALA: Indicada

ESTADO: PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANO Nº: ES3367-LZMA-DU-002-SitPart - RevD0
SUSTITUYE A: -
SUSTITUIDO POR: -

*SITUACIÓN PARTICULAR*

ingenor

PROYECTO DE EJECUCIÓN

IGNACIO OLABARRÍA LAGA
INGENIERO INDUSTRIAL Col.:25459

002
01 de 01

ISO A1 <594x841>

PLANTA GENERAL
ESCALA 1 / 125

LEYENDA

- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- POWER STATION
- CONTENEDOR BATERÍAS
- VALLADO PERIMETRAL
- CAMINO INTERNO
- ZONA AFECCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA
- LÍMITE DE PARCELA

NOTA / NOTE:
TODAS LAS COTAS Y ELEVACIONES DEBERÁN SER COMPROBADAS EN OBRA Y APROBADAS POR LA D.F. / ALL QUOTES AND ELEVATIONS SHOULD BE CHECKED BY CONSTRUCTION AND APPROVED BY THE D.F.

| REV | MODIFICACION / MODIFICATION | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

BENBROS energy

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS LEZAMA"

| | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|
| PROYECTADO | Feb - 2025 | EGA |
| DIBUJADO | Feb - 2025 | EDZ |
| REVISADO | Feb - 2025 | IOL |

ESCALA

ESTADO: PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANO Nº: ES3367-LZMA-DW-003-ImpGen - Rev00
SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

IMPLANTACIÓN GENERAL

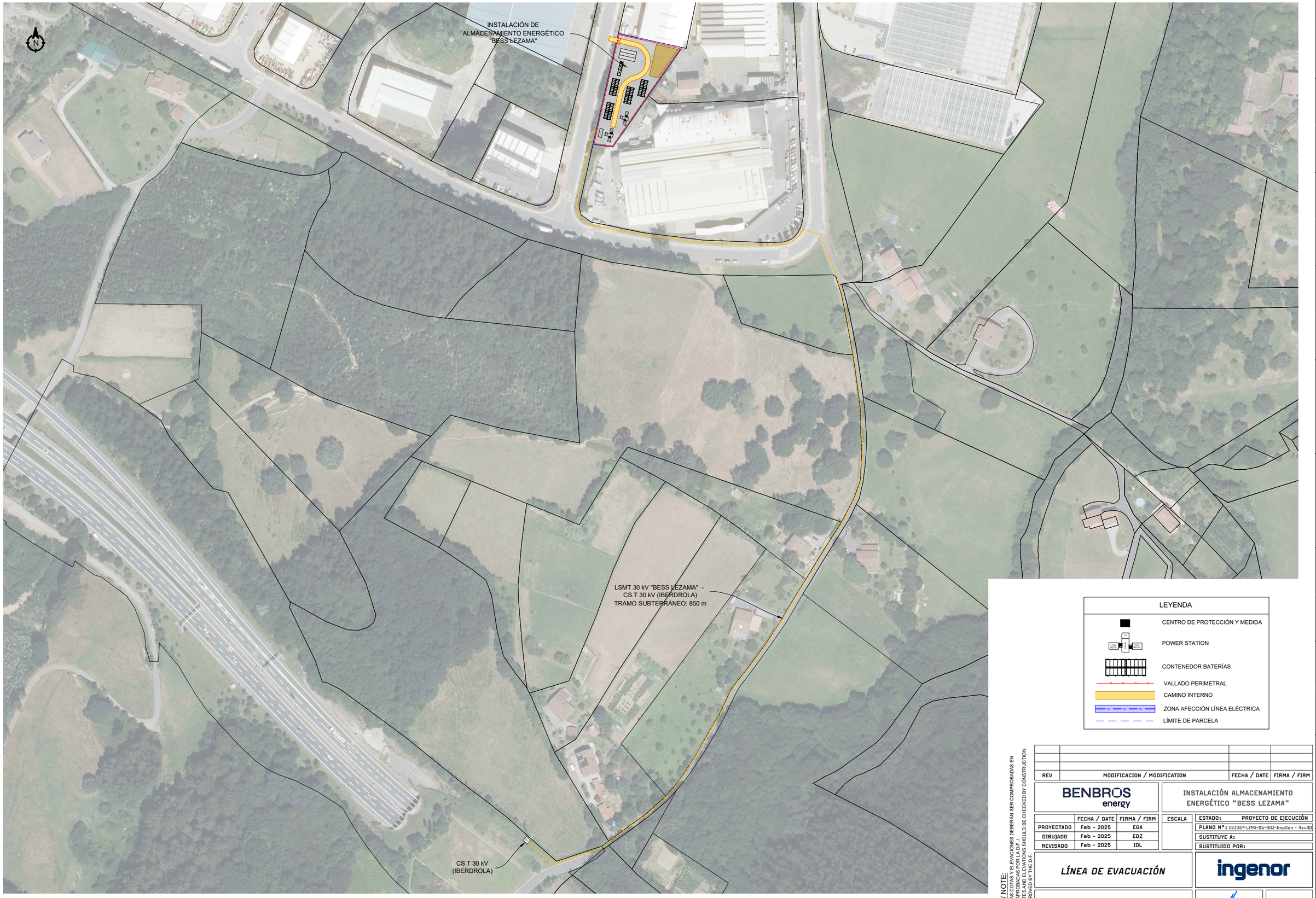
ingenor

PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOMICIO GUERRERO LEZA
INGENIERO INDUSTRIAL Col.:25498

003
01 de 01

ISO A1 <594x841>




PLANTA GENERAL
ESCALA 1/1.250

## LEYENDA

- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- POWER STATION
- CONTENEDOR BATERÍAS
- VALLADO PERIMETRAL
- CAMINO INTERNO
- ZONA AFECCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA
- LÍMITE DE PARCELA

NOTA / NOTE:
TODAS LAS COTAS Y ELEVACIONES DEBERÁN SER COMPROBADAS EN OBRA Y APROBADAS POR LA D.F. /
ALL QUOTES AND ELEVATIONS SHOULD BE CHECKED BY CONSTRUCTION AND APPROVED BY THE D.F.

| REV | MODIFICACION / MODIFICATION | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

BENBROS energy

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS LEZAMA"

| | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|
| PROYECTADO | Feb - 2025 | EGA |
| DIBUJADO | Feb - 2025 | EDZ |
| REVISADO | Feb - 2025 | IOL |

ESCALA

ESTADO: PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANO Nº: ES3367-LZMA-DU-003-ImpGen - Rev00
SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

*LÍNEA DE EVACUACIÓN*

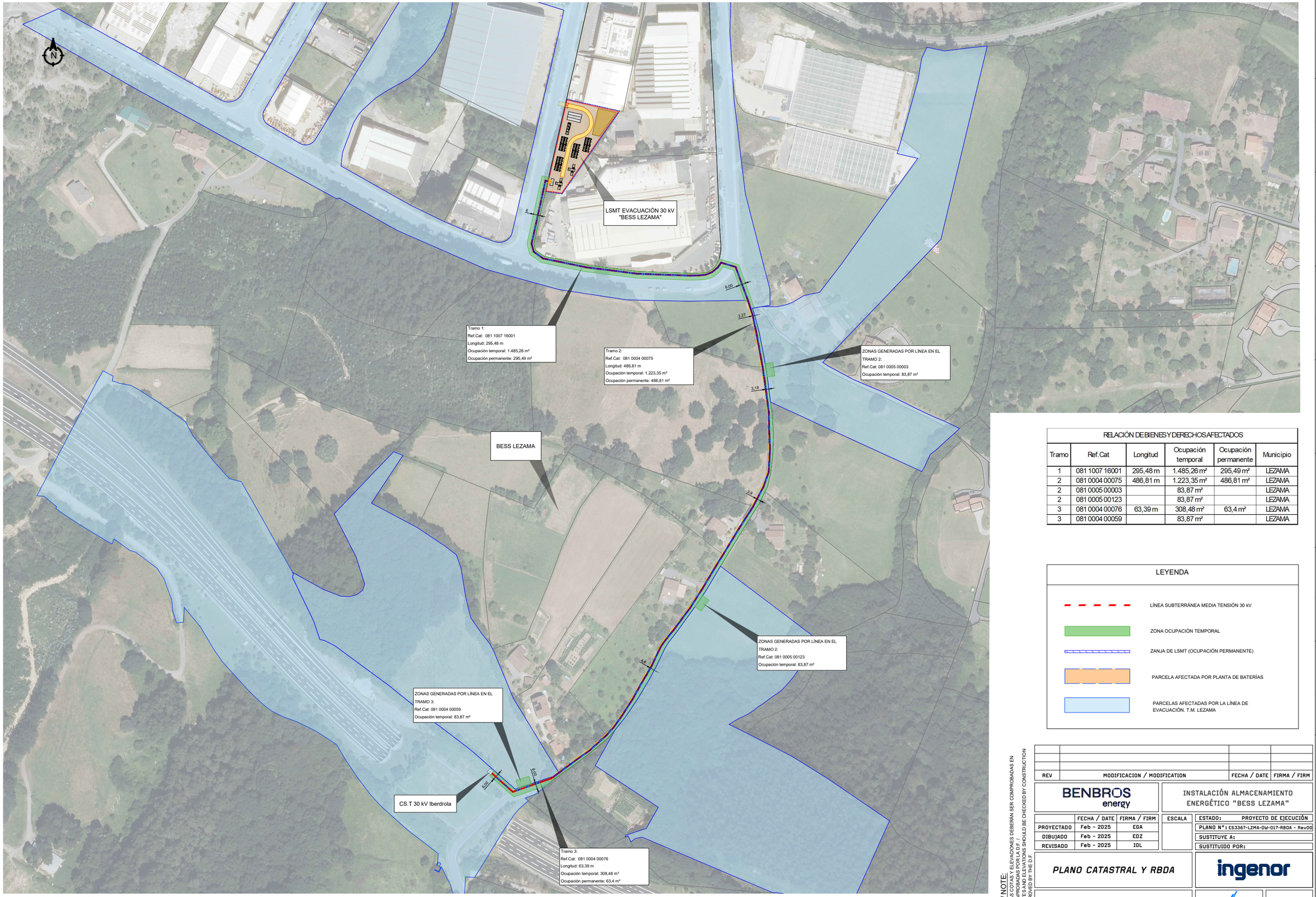
ingenor

PROYECTO DE EJECUCIÓN

IGNACIO OLABARRÍA LAGA
INGENIERO INDUSTRIAL Col.:28409

003
01 de 01

ISO A1 <594x841>




PLANO CATASTRAL Y RBDA

ESCALA 1/1.500

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

| Tramo | Ref.Cat | Longitud | Ocupación temporal | Ocupación permanente | Municipio |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 081 1007 16001 | 295,48 m | 1.485,26 m² | 295,49 m² | LEZAMA |
| 2 | 081 0004 00075 | 486,81 m | 1.223,35 m² | 486,81 m² | LEZAMA |
| 2 | 081 0005 00003 | | 83,87 m² | | LEZAMA |
| 2 | 081 0005 00123 | | 83,87 m² | | LEZAMA |
| 3 | 081 0004 00076 | 63,39 m | 308,48 m² | 63,4 m² | LEZAMA |
| 3 | 081 0004 00059 | | 83,87 m² | | LEZAMA |

LEYENDA

- LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN 30 kV
- ZONA OCUPACIÓN TEMPORAL
- ZANJA DE LSMT (OCUPACIÓN PERMANENTE)
- PARCELA AFECTADA POR PLANTA DE BATERÍAS
- PARCELAS AFECTADAS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN. T.M. LEZAMA

NOTA / NOTE:
TODAS LAS COTAS Y ELEVACIONES DEBERÁN SER COMPROBADAS EN OBRA Y APROBADAS POR LA D.F. /
ALL QUOTES AND ELEVATIONS SHOULD BE CHECKED BY CONSTRUCTION AND APPROVED BY THE D.F.

| REV | MODIFICACION / MODIFICATION | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

BENBROS energy

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS LEZAMA"

| | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|
| PROYECTADO | Feb - 2025 | EGA |
| DIBUJADO | Feb - 2025 | EDZ |
| REVISADO | Feb - 2025 | IOL |

ESCALA

ESTADO: PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANO Nº: ES3367-LZMA-DW-017-RBDA - Rev00
SUSTITUYE A:
SUSTITUIDO POR:

PLANO CATASTRAL Y RBDA

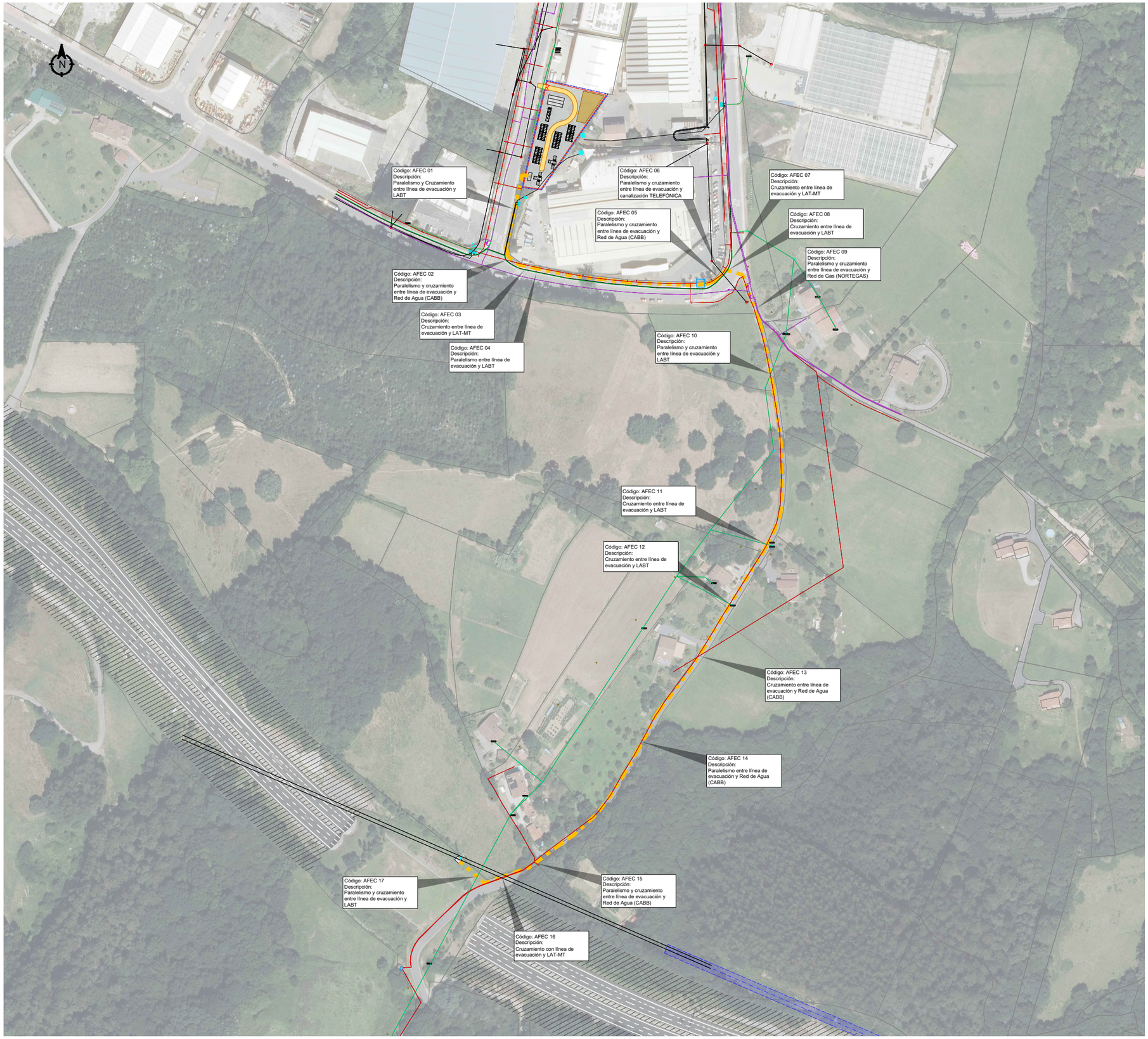
ingenor

PROYECTO DE EJECUCIÓN

DOMICIO GUERRERO LEZA
INGENIERO INDUSTRIAL Col.:25455

017
01 de 01

ISO A1 <594x841>




PLANTA GENERAL - RBDA

ESCALA 1/1.500

## LEYENDA

- CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
- POWER STATION
- CONTENEDOR BATERÍAS
- VALLADO PERIMETRAL
- CAMINO INTERNO
- ZONA AFECCIÓN LÍNEA ELÉCTRICA
- LÍMITE DE PARCELA

## NOTAS

- LA SECCIÓN DE LOS CABLES DE TIERRA SERÁ ACORDE AL ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA.
- TODAS LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN CENTÍMETROS (cm) SALVO QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD DIFERENTE.
- SE CONSIDERA UNA RESISTIVIDAD PARA EL TERRENO DE 1,5 MK/W, 0,7 Mk/W PARA LA ARENA Y 0.83 Mk/W PARA EL HORMIGÓN.

TERRENO NATURAL

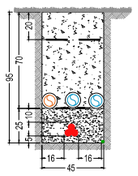
TERRENO DE EXCAVACIÓN COMPACTADO MECÁNICO

ARENA FINA

PAQUETE DE FIRME VIAL

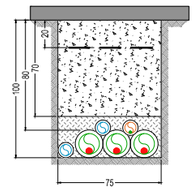
HORMIGÓN HM-20/B/20/IIa

## ZANJA DE MT




- CABLE DE TIERRA (Cu)
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- TUBO Ø110 PE DOBLE CAPA LIBRE DE HALÓGENOS (CABLE CC 10/16 mm2)
- TUBO Ø110 PE DOBLE CAPA LIBRE DE HALÓGENOS (SCADA/RESERVA)
- CABLE MT
- PLACA DE PROTECCIÓN

## ZANJA DE CRUCE DE VIAL MT




- CABLE DE TIERRA (Cu)
- CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- TUBO Ø110 PE DOBLE CAPA LIBRE DE HALÓGENOS (PARA CABLE DE TIERRAS)
- TUBO Ø110 PE DOBLE CAPA LIBRE DE HALÓGENOS (PARA F.O. Y RESERVA)
- CABLE MT
- TUBO Ø200 PE DOBLE CAPA LIBRE DE HALÓGENOS (CABLE MT/ RESERVA)

NOTA / NOTE:
TODAS LAS COTAS Y ELEVACIONES DEBERÁN SER COMPROBADAS EN OBRA Y APROBADAS POR LA D.F. /
ALL QUOTES AND ELEVATIONS SHOULD BE CHECKED BY CONSTRUCTION AND APPROVED BY THE D.F.

| REV | MODIFICACION / MODIFICATION | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

BENBROS energy

INSTALACIÓN ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO "BESS LEZAMA"

| | FECHA / DATE | FIRMA / FIRM |
|---|---|---|
| PROYECTADO | Feb - 2025 | EGA |
| DIBUJADO | Feb - 2025 | EDZ |
| REVISADO | Feb - 2025 | IOL |

ESCALA

ESTADO: PROYECTO DE EJECUCIÓN

PLANO Nº: ES3367-LZMA-DW-018-Afecc - RevD0

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

AFECCIONES

ingenor

PROYECTO DE EJECUCIÓN

IGNACIO GURBANÑO LAGA
INGENIERO INDUSTRIAL Col.:28459

018
01 de 01

ISO A1 <594x841>