



HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Proyecto modificado

DOCUMENTO 1

MEMORIA

ANEXOS

ANEXO 01	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
ANEXO 02	ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS
ANEXO 03	PREVENCIÓN DE INCENDIOS
ANEXO 04	ESTUDIO CAMPOS MAGNÉTICOS
ANEXO 05	INFORME URBANÍSTICO
ANEXO 06	DECLARACIÓN RESPONSABLE
ANEXO 07	RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

DOCUMENTO 2

PRESUPUESTO

DOCUMENTO 3

PLANOS

Zaragoza, Agosto de 2024
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Memoria Descriptiva

ÍNDICE

1. Objeto y alcance	3
2. Antecedentes	4
3. Datos del promotor	6
4. Reglamentación de aplicación.....	7
4.1. Electricidad	7
4.2. Impacto ambiental y contaminación atmosférica.....	8
5. Adecuación al planeamiento urbanístico vigente	9
6. Descripción de las Instalaciones de la Subestación.....	10
6.1. Disposición General.....	10
6.2. Emplazamiento.....	10
6.3. Descripción de las Instalaciones de la Subestación.....	11
6.3.1. Disposición General.....	11
6.3.2. Características Eléctricas	12
6.3.3. Aparatación de 220kV.....	12
6.3.3.1. Interruptor de Potencia.....	13
6.3.3.2. Seccionador de salida de línea de 220kV	13
6.3.3.3. Seccionador de barras de 220kV	13
6.3.3.4. Transformadores de Intensidad	14
6.3.3.5. Transformadores de Tensión Inductivos	14
6.3.3.6. Autoválvulas	15
6.3.3.7. Conexiones de 220 kV	15
6.3.3.8. Soportes y Estructuras 220 kV	15
6.3.4. Transformador de Potencia.....	15
6.3.5. Sistema de 30 kV	16
6.3.5.1. Salida de 30 kV	16
6.3.5.2. Reactancia	16
6.3.5.3. Celdas 30 kV	18
6.3.5.4. Compensación de reactiva	21
6.3.5.5. Embarrado de 30 kV	21
6.3.6. Red de Tierras.....	21
6.3.7. Servicios Auxiliares	22
6.3.7.1. Sistema De Baja Tensión, Corriente Alterna	22
6.3.8. Servicios Auxiliares de Corriente Continua	22
6.4. Edificio de Interconexión y Control	22
6.4.1. Descripción	23
6.4.2. Cuadro de Superficies Edificio de Celdas, Control y Operación	24
6.4.3. Sala de Celdas de M.T.....	24

6.4.4.	Salas de protección y control	24
6.4.5.	Oficinas	25
6.4.6.	Otros Servicios	25
6.4.7.	Almacenes	25
6.5.	Sistema de Control	25
6.5.1.	Tecnología	25
6.5.2.	Funciones principales de la UCS	26
6.5.3.	Funciones principales de la UCP	26
6.5.4.	Disposición Constructiva	26
6.6.	Protecciones	27
6.6.1.	Generalidades	27
6.6.2.	Posición de línea 220 kV	27
6.6.3.	Posiciones de Transformador 220/30 kV	27
6.6.4.	Posiciones de línea 30 kV	28
6.6.5.	Posiciones de Batería de Condensadores 30 kV	28
6.7.	Equipos de Medida	28
6.8.	Obra Civil	29
6.8.1.	Descripción	29
6.8.2.	Movimiento de Tierras	29
6.8.3.	Saneamiento	30
6.8.4.	Accesos y Viales	30
6.8.5.	Transformador	30
6.8.6.	Estructuras Metálicas	30
6.8.7.	Canalizaciones Eléctricas	30
6.8.8.	Sistema de Tierras	30
6.8.9.	Cierre de la Subestación	31
6.9.	Instalaciones complementarias	31
6.9.1.	Alumbrado	31
6.9.2.	Protección contra Incendios en la Subestación	32
6.9.3.	Sistema de Climatización y Ventilación Forzada	33
6.9.4.	Sistema de Detección de Intrusos	33
6.10.	Limitación de los Campos Magnéticos	33
7.	Plazo de ejecución	35
8.	Presupuesto	36
9.	Relación de Organismos Afectados	37
10.	Conclusión	38

1. Objeto y alcance

El objeto del presente proyecto es la descripción de la Subestación Eléctrica 220/30 kV "Contrebas I-II" ubicada en el término municipal de Épila, provincia de Zaragoza, infraestructura eléctrica necesaria para la evacuación de la energía generada por el parque eólico "PE Contrebia I" (24 MW), el parque eólico Lutecio (30,5 MW), el parque eólico Litio (30,5 MW), el parque eólico Iridio (30,5 MW) y el parque eólico Lantano (30,5 MW) con el fin de informar a los organismos oficiales competentes y obtener de ellos la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción, necesarias para la posterior Autorización de Explotación.

Todas las obras que aquí se definen, se proyectan adaptándose a los Reglamentos Técnicos vigentes y demás normas reguladoras de este tipo de instalaciones, en particular el R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Son objeto del presente Proyecto los siguientes elementos correspondientes a la Subestación 220/30 kV "Contrebas I-II":

- INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA
 - Sistema 220 kV
 - Sistema 30 kV
 - Control, protecciones y servicios auxiliares
 - Red de tierras
- OBRA CIVIL
 - Edificio de control
 - Almacén de residuos
 - Parque intemperie

2. Antecedentes

ENERGIAS RENOVABLES DE VANIR, S.L. con CIF B-88006994, es una sociedad perteneciente al grupo Forestalia Renovables. Forestalia es un grupo empresarial dedicado a las energías renovables y nacido en Zaragoza en 2011, fruto de una dilatada experiencia empresarial previa de Fernando Samper Rivas, presidente y fundador del grupo. La actual cartera de proyectos de Forestalia es de 5,5 GW de energías renovables. De ellos, casi 2 GW corresponden a las subastas del Ministerio de Industria de 2016 y 2017, en las que Forestalia resultó la mayor adjudicataria. Desde sus raíces aragonesas, Forestalia ha crecido con una clara vocación nacional e internacional.

En Forestalia, tenemos el convencimiento de que el mundo está cambiando. Vivimos un punto de inflexión trascendental en el compromiso por la sostenibilidad asociado a nuevas realidades:

- Creciente exigencia medioambiental ciudadana e institucional
- Agotamiento del modelo de combustibles fósiles, insostenible y perjudicial.
- Inquietantes problemas sin solución de la energía nuclear
- Rápida revolución de las energías renovables, con alta eficiencia tecnológica y reducción de costes.

Y este momento de cambio genera grandes oportunidades de mejora para todos:

- Para las personas: más empleo y desarrollo territorial, especialmente en el medio rural.
- Para el medio ambiente: energías limpias, libres de emisiones y neutras de carbono.
- Para la economía: sector en rápido crecimiento, tecnológicamente eficiente y con modelos financieros solventes.
- Para los países: posibilidad de producción de su propia energía, limpia y sostenible, que reduce el déficit energético que genera la dependencia de otros combustibles

Todos estos objetivos se ven reflejados en el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030**. Este Plan define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Determina las líneas de actuación y la senda que, según los modelos utilizados, es la más adecuada y eficiente, maximizando las oportunidades y beneficios para la economía, el empleo, la salud y el medio ambiente; minimizando los costes y respetando las necesidades de adecuación a los sectores más intensivos en CO₂.

La elaboración de estos planes es consecuencia de las previsiones del Reglamento (UE) 2018/1999, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima. En este sentido, el Reglamento 2018/1999 establece que cada Estado miembro debe comunicar de forma periódica a la Comisión –antes del 31 de diciembre de 2019, antes del 1 de enero de 2029 y, posteriormente, cada diez años– un plan nacional integrado de energía y clima incluyendo el contenido mínimo del artículo 3.2 de dicho Reglamento.

El PNIEC 2021-2030 forma parte del “Marco Estratégico de Energía y Clima: una propuesta para la modernización española y la creación de empleo” aprobado el 22 de febrero de 2019 en el Consejo de Ministros. El PNIEC 2021-2030 establece las líneas maestras de actuación en materia de energía y medio ambiente para el año horizonte 2030 con el objetivo principal de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (“GEI”) y lograr una economía sostenible y eficiente, compatible con la mejora de la salud y el medio ambiente, todo ello en consonancia con los compromisos adquiridos del Acuerdo de París. En este sentido, las metas planteadas en el “escenario objetivo” se estructuran en cinco líneas principales:

Descarbonización. El objetivo a largo plazo es que España pueda ser un país neutro en carbono para el horizonte temporal de 2050. A medio plazo –con el horizonte temporal de 2030–, el objetivo es lograr una disminución de emisiones de, al menos, el 23% respecto a 1990. Según la previsión realizada por el PNIEC 2021-2030, para ello será necesario que el 42% del uso final de la energía proceda de energías renovables.

Eficiencia Energética. Se plantea una mejora de la eficiencia en la energía primaria del 39,5% para el horizonte temporal de 2030. En aras a lograr este objetivo, se calcula que será necesario actuar en la envolvente térmica de 1.200.000 viviendas, renovar las instalaciones térmicas de calefacción y agua caliente sanitaria de 300.000 viviendas/año y del parque de edificios públicos por a razón de 300.000 m²/año.

Seguridad Energética. Entendida como la seguridad de suministro, busca garantizar el acceso a los recursos necesarios para asegurar la diversificación del mix energético nacional, reducir la dependencia (en especial, la importación de los combustibles fósiles), fomentar el uso de fuentes autóctonas y suministrar energía segura, limpia y eficiente a los distintos sectores consumidores. Se prevé que las actuaciones en materia de renovables y eficiencia disminuirán el grado de dependencia energética del exterior del 74% en 2017 al 61% en 2030.

Mercado Interior y Energía. Esta línea de actuación tiene como propósito lograr un mercado energético más competitivo, transparente, flexible y no discriminatorio, con un alto grado de interconexión que fomente el comercio transfronterizo y contribuya a la seguridad energética.

Investigación, Innovación y Competitividad. Este objetivo se centra en alinear las políticas a nivel nacional con los objetivos establecidos en el ámbito internacional y europeo en materia de I+i+c. Para ello, se plantea la necesidad de coordinar las políticas de I+i+c en energía y clima de las Administraciones Públicas con el resto de las políticas sectoriales y fomentar la colaboración público-privada y la investigación e innovación empresarial.

3. Datos del promotor

SATEL redacta este documento a petición de:

ENERGIAS RENOVABLES DE VANIR, S.L.

CIF: B-88006994

Calle José Ortega y Gasset, 20 - PISO 2,

Madrid, 28006

tramitaciones@forestalia.com

Domicilio a efecto de notificaciones:

Calle Coso 33, 7ª Planta,

50003, Zaragoza

4. Reglamentación de aplicación

4.1. Electricidad

Esta memoria técnica ha sido elaborada de acuerdo a la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- R.D. 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01a 09.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/2019, de 19 de Diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (exceptuando los Capítulos II, IV, V y el anexo I derogados por el Real Decreto 123/2017).
- R.D. 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013 de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico.
- Normas UNE y CEI.
- Normas CENELEC, Comité Europeo para la Normalización.
- Normas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Prescripciones de seguridad de UNESA.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y los Reglamentos que la desarrollan.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Legislación Medio Ambiental (Residuos Industriales, Jardinería, Ruidos, Aceites, Estudio Impacto Ambiental e Integración en el entorno, etc.)
- Legislación Municipal y Urbanística.
- R.D. 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R.D. 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- R.D. 1890/2008 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias.
- Directiva UE 548/2014 de ecodiseño para transformadores de potencia.

4.2. Impacto ambiental y contaminación atmosférica

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna.
- Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés.

5. Adecuación al planeamiento urbanístico vigente

Épila tiene normativa urbanística propia, por lo que es de aplicación en el presente proyecto.

El análisis previo del área seleccionada para la construcción de la instalación en el término municipal de Épila (provincia de Zaragoza), indica que está clasificada como Suelo No Urbanizable Neto.

Asimismo, la naturaleza de este proyecto de instalación de utilidad pública le viene reconocida por lo dispuesto en el artículo 54 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico:

1. Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.
2. Dicha declaración de utilidad pública se extiende a los efectos de la expropiación forzosa de instalaciones eléctricas y de sus emplazamientos cuando por razones de eficiencia energética, tecnológicas, o medioambientales sea oportuna su sustitución por nuevas instalaciones o la realización de modificaciones sustanciales en las mismas.

Por último, en atención de las normas urbanísticas, que regulan las servidumbres a caminos rurales, y aunque no se trate de edificaciones, se ha situado el cerramiento de la subestación a distancias superiores a las mínimas exigidas.

Con el proyecto se incluye informe de Compatibilidad Urbanística para el ayuntamiento de Épila, que se adjunta en el Anexo 05 del presente proyecto.

6. Descripción de las Instalaciones de la Subestación

6.1. Disposición General

La subestación 220/30 kV será de tipo intemperie y constará de:

- Un edificio de interconexión y control donde se alojarán las celdas del sistema de media tensión (30 kV), equipos auxiliares, de control, medida, protección, corriente continua, etc.
- Un transformador de potencia trifásico, en baño de aceite de 30 MVA de potencia y relación de transformación $220 \pm 10 \times 1,1\% / 30$ kV.
- Dos baterías de condensadores compactas para instalación de exterior con una potencia nominal total de 6 MVar cada una y un nivel de aislamiento de 36 kV.
- Dos transformadores de SSAA de 160 kVA.
- Un grupo electrógeno para el suministro alternativo de los SSAA de la subestación.

Todos los elementos de la Subestación se ubicarán en un recinto vallado de dimensiones 62,10 x 34,20 m en el que se situarán, además del sistema de 220 kV, el edificio de interconexión y control.

En el capítulo de planos, figuran los de disposición general de la instalación en planta y secciones, así como los del edificio de interconexión y control, etc.

Se tendrán en cuenta, una vez obtenidos, los requerimientos que incluya la DIA (Declaración de Impacto Ambiental), en el desarrollo de la ingeniería de detalle.

6.2. Emplazamiento

La Subestación Eléctrica en proyecto se encuentra situada en la parcela 33 del polígono 20 de la población de Épila en la provincia de Zaragoza.

El acceso a las instalaciones se realiza a través de un camino de 400 metros, que parte desde la carretera autonómica A-1101 en el kilómetro 0,1; en el municipio de Épila, Provincia de Zaragoza. Para más detalles, puede observarse el esquema en el plano 03 Planta sobre Ortofoto y Catastro.

La Subestación se encuentra a unos 425 m.s.n.m. La climatología de la zona es de tipo semiárido frío, con inviernos ligeramente fríos y veranos cálidos.

La situación de la instalación queda reflejada en los planos que forman parte del documento "Planos" de este proyecto, concretamente en el plano titulado "PLANTA SOBRE ORTOFOTO Y CATASTRO", donde puede verse la disposición y distribución general de la instalación.

Coordenadas Vértices Explanación de la Subestación Eléctrica:

VÉRTICE	COORDENADAS UTM (ETRS 89 HUSO 30) EXPLANACIÓN	
	X	Y
V _A	649.820,96	4.601.320,63
V _B	649.823,73	4.601.214,30
V _C	649.742,87	4.601.212,19
V _D	649.740,23	4.601.318,54

Coordenadas Vértices Vallado de la Subestación Eléctrica:

VÉRTICE	COORDENADAS UTM (ETRS 89 HUSO 30) VALLADO	
	X	Y
V ₁	649.819,09	4.601.277,57
V ₂	649.820,65	4.601.217,21
V ₃	649.745,78	4.601.215,27
V ₄	649.744,21	4.601.275,63

6.3. Descripción de las Instalaciones de la Subestación

6.3.1. Disposición General

La subestación se encontrará ubicada en un recinto vallado en el que se instalará el transformador de potencia y la aparamenta en dicho nivel de tensión (interruptor, seccionador con puesta a tierra, transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalarán elementos del esquema de 30 kV tales como la reactancia de puesta a tierra del sistema, las baterías de condensadores y el aparellaje necesario para su maniobra.

Las barras de 30 kV, asociadas al transformador de potencia del parque interior recibirán la energía generada por el parque eólico Contrebia I. El total de esta energía, junto con 122MW proveniente de otros parques, será evacuada al sistema por medio de una línea aérea de alta tensión de 220 kV, que conectará en la SET CLEO. Se dispondrá por lo tanto de una posición de transformador de potencia y una posición de línea (conexión con otros parques) que se conectarán mediante un embarrado de 220kV que conecta con una salida rígida. En el Documento V, "Planos" se incluyen los esquemas unifilares y la disposición en planta de la aparamenta que se va a describir a continuación.

La topología en el parque de 220 kV actualmente proyectada será de una posición de transformador de potencia (220/30Kv), un embarrado y dos posiciones de línea que conectarán con los otros parques (122MW) y la SET CLEO. La instalación estará constituida por:

- Dos posiciones de línea de 220kV debidamente equipada con los elementos de maniobra, medida y protección
- Una posición de barras simple en nivel de 220kV
- Una posición de transformador de potencia en nivel de 220kV
- Un transformador de potencia de 30MVA y relación de transformación $220 \pm 10 \times 1,1\%/30\text{kV}$, con regulación de carga.

- Un (1) edificio de control y O&M, donde se alojarán las celdas de Media Tensión (22kV), equipos auxiliares, de control, medida, protección, corriente continua, despachos, almacén de material y almacén de residuos.

En cuanto a las características de las celdas de 30kV, están diferenciadas en dos embarrados independientes con una configuración de simple barra. A continuación, se describe con mayor detalle:

Embarrado (Circuitos PE Contrebia I):

- 1 Posición de transformador.
- 3 Posiciones de Línea.
- 1 Posición de SSAA.
- 1 Posición de BBCC (compensación de reactiva)
- Medida de Tensión en Barras.

6.3.2. Características Eléctricas

Las características eléctricas de la aparamenta serán:

Nivel de tensión del parque	220 kV	30 kV
Tensión nominal	220 kVef	30 kVef
Tensión más elevada para el material	245 kVef	36 kVef
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	460 kVef	70 kVef
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	1.050 kVcr	170 kVcr
Conexión del neutro	Rígido a tierra	A tierra con reactancia
Intensidad nominal posición de línea	2.500 A	2.000 A
Intensidad nominal posición de transformador	2.500 A	2.000 A
Intensidad máxima de defecto trifásico	40 kA	31,5 kA
Duración del defecto trifásico	1 s	1 s

6.3.3. Aparamenta de 220kV

La parte de la subestación con nivel de tensión de 220kV se encontrará ubicada en un recinto vallado donde se encuentran los transformadores de potencia y la aparamenta de dicho nivel de tensión (interruptores, seccionadores con puesta a tierra, transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se encuentran los elementos del esquema de MT referentes al aparellaje necesario para su maniobra.

El nivel de 220 kV tendrá una configuración de simple barra, formada por una posición de barras, dos posiciones de línea totalmente equipadas y una posición de transformador

- Las posiciones de línea de 220 kV, dispondrán de:
 - Un pórtico de línea formado por un juego de tres cadenas de aisladores de 220 kV.
 - Un juego de tres pararrayos autoválvula.
 - Un juego de tres transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.
 - Un (1) seccionador tripolar de línea con puesta a tierra de 220 kV.
 - Un (1) seccionador tripolar para conexión a barras de 220 kV.
 - Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
 - Un (1) interruptor tripolar automático de corte en SF₆.

- La posición de transformador de potencia de 220kV, dispondrá de:
 - Un juego de tres pararrayos autoválvula con contador de descargas.
 - Un (1) seccionador tripolar para conexión a barras de 220 kV.
 - Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
 - Un (1) interruptor tripolar automático de corte en SF₆.
- La posición de barras de 220kV, dispondrá de:
 - Un juego de tres transformadores de tensión tipo inductivo para medida y protección.

6.3.3.1. Interruptor de Potencia

Para la apertura y cierre de la posición, se ha previsto la instalación de un interruptor automático tripolar de SF₆ (con mando tripolar), para montaje en intemperie.

Sus características principales son:

- Tensión de servicio [kV]	245
- Frecuencia [Hz]	50
- Intensidad nominal de servicio [A]	2.500
- Poder de corte nominal bajo cortocircuito [kA]	40
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz [Kv]	460
- Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV]	1.050
- Tipo de reenganche	trifásico

Es un interruptor trifásico automático, para alta tensión, a gas SF₆ de simple y baja presión, para servicio intemperie, hasta -30° C, de tres ciclos, modelo monocámara (un elemento de interrupción por polo), con mando por muelle incorporado para funcionamiento en tripolar (un mando para los tres polos) y con el gas necesario para su funcionamiento controlado por densímetro, con contactos de control y alarma. Responde en su ejecución a las últimas ediciones de las normas CEI-56.

El armario del interruptor va dotado de resistencia de calefacción, relé antibombeo, contador de operaciones, un dispositivo para abrir y cerrar eléctricamente el interruptor desde el mismo, y un conmutador-selector de dos posiciones "remoto-local".

6.3.3.2. Seccionador de salida de línea de 220kV

Para poder efectuar el seccionamiento de la salida de línea-transformador, se ha previsto el montaje de un seccionador tripolar para 245 kV, de tipo intemperie, con puesta a tierra y mandos motorizados. La apertura principal será de tres columnas giratorias, una por polo.

Las características técnicas principales de este seccionador son las siguientes:

- Tensión nominal [kV]	245
- Frecuencia [Hz]	50
- Intensidad nominal de servicio [A]	2.000
- Intensidad admisible de corta duración [kA]	40

6.3.3.3. Seccionador de barras de 220kV

Para poder efectuar el seccionamiento del embarrado, se han previsto el montaje de cinco seccionadores tripolares (uno por cada posición de 220kV) para 245 kV, de tipo intemperie, de dos columnas giratorias, de apertura lateral.

Las características técnicas principales de este seccionador son las siguientes:

- Tensión nominal [kV]	245
- Frecuencia [Hz]	50
- Intensidad nominal de servicio [A]	2.000
- Intensidad admisible de corta duración [kA]	40

6.3.3.4. Transformadores de Intensidad

Se instalarán junto al interruptor de 220 kV en la posición de línea-transformador, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

A continuación, se describen las principales características de estos transformadores:

Salida

- Tensión más elevada [kV]	245
- Tensión de servicio [kV]	220
- Frecuencia [Hz]	50
- Relación de transformación [A]	
• Posición de línea a SET CLEO	<u>400</u> -800/5-5-5-5-5A
• Posición de línea a SET VADILLO	<u>400</u> -800/5-5-5-5-5A
• Posición de transformador a PE Contrebia I	<u>100</u> -200/5-5-5-5A
- Potencias y clases de precisión:	
• Arrollamientos de medida fiscal	20 VA cl. 0.2s y 30 VA Cl. 0,5
• Arrollamientos de medida local y protección (a SET CLEO y a SET VADILLO)	30 VA cl. 0,5-3P y (2x) 30 VA 5P20
• Arrollamientos de medida local y protección (a PE Contrebia I)	30 VA cl. 0,5-3P y 30 VA 5P20

6.3.3.5. Transformadores de Tensión Inductivos

Se dispondrá de un juego de tres transformadores de tensión inductivos en las posiciones de línea y en el embarrado cuyas características eléctricas más importantes son:

- Tensión más elevada [kV]	245
- Tensión de servicio [kV]	220
- Frecuencia [Hz]	50
- Relación de transformación: [kV]	
• Primer arrollamiento	220:V3 / 0,11:V3
• Segundo arrollamiento	220:V3 / 0,11:V3
• Tercer arrollamiento	220:V3 / 0,11:V3
- Potencias y clase de precisión:	
• Primer arrollamiento	20 VA, cl 0.2
• Segundo arrollamiento	30 VA, cl 0.5-3P
• Tercer arrollamiento	30 VA, cl 0.5-3P

6.3.3.6. Autoválvulas

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de dos juegos de tres pararrayos tipo autoválvula, conectados uno de ellos en la entrada de la línea y los otros junto al transformador.

Las características más significativas son las siguientes:

- Tensión de servicio continuo U_c [kV]	156
- Tensión asignada U_r [kV]	198
- Corriente de descarga asignada [kA]	10
- Clase	3

6.3.3.7. Conexiones de 220 kV

La conexión de la aparamenta de alta tensión se realizará mediante conductor de aluminio – acero LA-455, cuyas características son:

- Sección total	454,5 mm ²
- Composición:	54+7 hilos de aluminio y acero
- Diámetro:	27,72 mm
- Peso:	1.521 Kg/Km
- Resistencia eléctrica:	0,0718 Ω /Km
- Densidad de corriente admisible:	1,775 A/mm ²
- Corriente admisible:	766,4 A

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizarán a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, de diseño circular y equipado con tornillería de acero inoxidable.

Se emplearán conectores bimetálicos en caso de unión de metales de electronegatividades diferentes (cobre-aluminio).

6.3.3.8. Soportes y Estructuras 220 kV

Los soportes para la aparamenta del parque intemperie estarán constituidos por perfiles metálicos normalizados y galvanizados. De la misma manera se construirán las estructuras de soporte del pórtico de salida de la línea de evacuación. Estas estructuras estarán dimensionadas para soportar los esfuerzos ejercidos por los conductores, así como efectos atmosféricos adversos.

6.3.4. Transformador de Potencia

El parque intemperie dispondrá de un transformador de potencia de las siguientes características:

- Potencia nominal (Trafo)	30 MVA
- Relación de transformación (Trafo)	220 $\pm$ 10 x 1,1 % / 30 kV
- Grupo de conexión	YNd11
- Frecuencia nominal	50 Hz

El transformador dispondrá de regulación en carga con tomas y de los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión.
- Indicador de nivel de aceite.

- Desecador de silicagel.
- Protección Buchholz.
- Termómetro.
- Válvula de alivio de sobrepresión.
- Tapón de vaciado y toma de muestras.
- Válvulas de filtrado.
- Radiadores desmontables con válvula de independización.
- Calzas aislantes.

6.3.5. Sistema de 30 kV

El embarrado de 30kV del transformador estará constituido por tubo de aluminio de diámetro int./ext. 100/90 mm, de 1495 mm² de sección, que admite un paso de corriente permanente de 2.320 A, montado sobre aisladores cerámicos.

6.3.5.1. Salida de 30 kV

En la salida de media tensión del transformador 220/30 kV se colocará la siguiente apartamenta de exterior:

Un juego de tres (3) unidades de pararrayos autoválvula de óxido metálico con envoltente polimérica de las siguientes características:

- Tensión asignada	30 kV
- Tensión máxima de servicio continuo	24 kV
- Clase	2
- Distancia de fuga mínima	900 mm
- Corriente de descarga asignada	10 kA
- Nivel de aislamiento	170 kV
- Servicio	Intemperie

Tres (3) aisladores apoyo.

Dieciocho (18) terminales exteriores para cable 18/30 kV.

Tres (3) unidades de seccionadores unipolares para desconexión de la reactancia, a instalar en el primario de ésta, de las siguientes características:

- Tensión nominal	36 kV
- Intensidad nominal	630 A
- Intensidad de corta duración	31,5 kA
- Mando	Manual

La conexión de las celdas de media tensión con el transformador de potencia se realizará mediante cable aislado instalado en canal de cables o bajo tubo hasta el bastidor donde se realizará la conversión subterránea y desde donde partirá el embarrado hasta las bornas del transformador.

El embarrado hasta el transformador de potencia será de tubo o pletina de cobre de las dimensiones adecuadas para soportar la intensidad que circule por el conductor.

Los terminales de conexión se adecuarán a los tipos de bornas del transformador y la celda.

6.3.5.2. Reactancia

Con objeto de poder detectar las faltas monofásicas que se produzcan en las barras de 30 kV se dispondrá de una reactancia en este nivel. La ausencia de esta reactancia provoca que, ante una falta de estas características, no haya circulación de corrientes por tierra y, sin embargo, se produzcan sobretensiones cosa no deseable. La corriente de falta se limita a 500 A y una duración de falta de 30 segundos. La reactancia tendrá las siguientes características:

- Tipo	Trifásica en baño de aceite mineral
- Instalación	Intemperie
- Numero de fases	3
- Frecuencia nominal	50 Hz
- Modo de refrigeración	ONAN
- Conexión	Zig-Zag (ZN0)
- Máxima corriente de falta a tierra (por neutro)	500 A
- Duración máxima de la falta a tierra	30 s
- Máxima corriente en régimen continuo (falta resistente)	50 A
- Impedancia homopolar de fase	70/104 Ω

Los siguientes equipos deben integrarse en la propia reactancia:

Una (1) unidad de Transformador de Intensidad Toroidal, para protección contra faltas a tierra, a instalar en la puesta a tierra de la reactancia, con las características siguientes:

- Tensión nominal	36 kV
- Relación de transformación	5 / 5 A
- Clase de precisión	15 VA 5P20

Tres (3) unidades de Transformadores de Intensidad para protección de la reactancia, a instalar en el primario de ésta, de las siguientes características:

- Tensión nominal	36 kV
- Relación de transformación	500 / 5 A
- Clase de precisión	15 VA 5P20

6.3.5.3. Celdas 30 kV

Generalidades

Las celdas son del tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF₆). La configuración eléctrica es de simple barra.

El conjunto de celdas para maniobra está formado por tres embarrados simple barra distinguidos con las siguientes celdas:

Embarrado (Circuitos PE Contrebia I):

- 1 Posición de transformador.
- 3 Posiciones de Línea.
- 1 Posición de SSAA.
- 1 Posición de BBCC.
- Medida de Tensión en Barras.

Características generales de las celdas:

- | | |
|---|---------|
| - Tensión nominal de aislamiento: | 36 kV |
| - Tensión de servicio: | 30 kV |
| - Intensidad nominal del embarrado: | 2.000A |
| - Corriente de cortocircuito simétrica admisible: | 31,5 kA |

Posiciones de Línea

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres transformadores de intensidad:

• Nivel de aislamiento	0,72 kV
• Relación de transformación	300 - 600 / 5-5 A
• Potencia y clase de precisión devanado 1	15 VA, cl. 0,5
• Potencia y clase de precisión devanado 2	30 VA, cl. 5P20
- Un interruptor automático:

• Nivel de aislamiento	36 kV
• Intensidad nominal	630 A
• Poder de corte en cortocircuito	31,5 kA
• Capacidad de cierre en cortocircuito	63 kA
• Ciclo de maniobra	0-0,3 s-CO-15 s-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra:

• Nivel de aislamiento	36 kV
• Intensidad nominal	630 A
• Intensidad de corta duración	31,5 kA
• Mando de las cuchillas	Manual
- En el exterior de una de las celdas de línea, se instalarán tres (3) transformadores de tensión:

• Relación de transformación:	33.000/√3 / 110/√3 V
Potencias y clases de precisión:	
• Arrollamiento de medida:	10 VA cl.0,2

Posiciones de Transformador

- Tres detectores de presencia de tensión
- Tres transformadores de intensidad:
 - Nivel de aislamiento 0,72 kV
 - Relación de transformación $\frac{1.000}{2.000/5-5-5A}$
 - Potencia y clase de precisión devanado 1 10 VA, cl. 0,5
 - Potencia y clase de precisión devanado 2 30 VA, 5P20
 - Potencia y clase de precisión devanado 3 30 VA, 5P20
- Un interruptor automático:
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Intensidad nominal 2.000 A
 - Poder de corte en cortocircuito 31,5 kA
 - Capacidad de cierre en cortocircuito 80 kA
 - Ciclo de maniobra O-0,3 s-CO-3 min-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Intensidad nominal 2.000 A
 - Intensidad de corta duración 31,5 kA
 - Mando de las cuchillas Manual
- Tres transformadores de tensión inductivos (en el embarrado):
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Tensión de nominal 30 kV
 - Frecuencia 50 Hz
 - Tensión eficaz de ensayo 1 minuto 50 Hz 70 kV
 - Tensión de cresta de ensayo con onda 1,2/50 μ s 170 kV
- Relación de transformación:
 - 1er devanado $33.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} V$
 - 2º devanado $33.000/\sqrt{3} / 110/3 V$
- Potencia y clase de precisión:
 - 1er devanado 25 VA, cl. 0,5-3P
 - 2º devanado 50 VA, 3P

En el exterior de la celda de transformador, se instalarán dos (2) transformadores de intensidad:

- Relación de transformación: $\frac{1.000}{2.000/5-5 A}$
- Potencias y clases de precisión:
- Arrollamiento de medida: 10 VA cl.0,2s
- Arrollamiento de medida: 10 VA cl.0,2

A través de estos elementos se podrá realizar la medida principal y redundante asociada a cada celda de transformador de 30kV.

Posiciones de Compensación de Reactiva

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres transformadores de intensidad
 - Nivel de aislamiento 0,72 kV
 - Relación de transformación 150 - 300/5-5 A
 - Potencia y clase de precisión devanado 1 7,5 VA, cl. 0,5 5P20
 - Potencia y clase de precisión devanado 2 7,5 VA, cl. 0.5 5P20
- Un interruptor automático
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Intensidad nominal 630 A
 - Poder de corte en cortocircuito 31,5 kA
 - Capacidad de cierre en cortocircuito 80 kA
 - Ciclo de maniobra O-0,3 s-CO-3 min-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Intensidad nominal 630 A
 - Intensidad de corta duración 31,5 kA
 - Mando de las cuchillas Manual

Posiciones de Transformadores De Servicios Auxiliares

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres sensores de intensidad tipo toroidal
 - Relación de transformación 10/0,005A
 - Clase de precisión 10P30
- Un sensor de intensidad tipo toroidal homopolar
 - Relación de transformación 2000/1A
- Un interruptor automático
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Intensidad nominal 630 A
 - Poder de corte en cortocircuito 31,5 kA
 - Capacidad de cierre en cortocircuito 80 kA
 - Ciclo de maniobra O-0,3 s-CO-3 min-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra
 - Nivel de aislamiento 36 kV
 - Intensidad nominal 630 A
 - Intensidad de corta duración 31,5 kA
 - Mando de las cuchillas Manual

Se conectará una **celda de medida** (solo en los embarrados A y C) para realizar la medida principal asociada a la celda de servicios auxiliares.

Esta celda de medida consistirá en:

- Tres transformadores de intensidad
 - Nivel de aislamiento 0,72 kV

- | | |
|--|-----------------------------------|
| • Relación de transformación | 2,5/5 A |
| • Corriente de cortocircuito | 16 kA |
| • Potencia y clase de precisión devanado | 10 VA, cl. 0,2s F _s ≤5 |

6.3.5.4. Compensación de reactiva

Se proyecta instalar cinco reactancias, una para cada parque, para compensar la potencia reactiva

Los seccionadores de la celda de compensación quedarán enclavados mediante cerradura cuya llave sólo será accesible una vez abierto el interruptor situado en la reactancia.

6.3.5.5. Embarrado de 30 kV

El embarrado de 30kV del transformador estará constituido por tubo de aluminio de diámetro int./ext. 40/35 mm, de 295 mm² de sección, que admite un paso de corriente permanente de 785 A, montado sobre aisladores cerámicos.

La conexión entre el embarrado de salida del transformador de potencia y las celdas de transformador de potencia de 30 kV se hace a través de una terna de cable de potencia, una terna por celda de transformador. El cable empleado será de 630 mm² de aluminio, tipo RH5Z1 18/30 kV y terminales flexibles.

6.3.6. Red de Tierras

RED DE TIERRAS INFERIORES

La instalación irá provista de una malla de tierra principal enterrada, unida al cable de tierra de la línea que amarra a la estructura.

La malla de tierra se ha diseñado de modo que cubra suficientemente dos finalidades principales, la seguridad del personal que se relacione con la instalación y la provisión de una buena unión eléctrica con la tierra, que garantice un correcto funcionamiento de las protecciones.

Esta red de tierras consistirá en un mallado formado por cable de cobre de 120 mm² enterrado a una profundidad de 0,8 m formando retículas lo más uniformes posible a lo largo de toda la superficie de la instalación. Se instalarán perimetrales exterior e interior al vallado de la instalación.

A esta malla de tierra como especifica ITC-RAT 13 se conectarán las tierras de protección (partes metálicas de la instalación que no están en tensión normalmente) y las de servicio, como el neutro del transformador de potencia. Las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica tipo CADWELD de alto punto de fusión y las derivaciones a las estructuras metálicas de la aparamenta se fijarán por medio de piezas metálicas atornilladas. En los puntos de la periferia de dicha malla, se situarán unas picas bimetálicas de acero cobrizado de 2 m de longitud, y 18,3 mm de diámetro, clavadas en el suelo que dispondrán de registros de hormigón para inspección de su toma de contacto.

Unas derivaciones de la malla de tierra general, se llevarán hasta el edificio de interconexión y control, a través de las conducciones de cables, con el fin de conectar a dicha malla los paneles de control y cualquier aparato instalado en el edificio.

En el capítulo de planos se puede ver la disposición de esta malla, cuyos cálculos se justifican en el Anexo de "Cálculos Justificativos".

RED DE TIERRA AÉREA

Se instalarán 3 pararrayos de 40 m de radio de acción. Dotados de mástil autoportante, conectados a la malla de tierras general de la subestación con cable de cobre desnudo.

6.3.7. Servicios Auxiliares

Para el suministro de energía en baja tensión a los distintos sistemas de maniobra y control se dispondrá de energía procedente de los transformadores encapsulados de 160 kVA de relación 30.000/420 V, que serán instalados en una sala del edificio de celdas y control proyectado, desde donde tomará la energía quedando protegido mediante una celda de servicios auxiliares con un conjunto de seccionador con puesta a tierra, interruptor automático y un conjunto de transformadores de intensidad.

6.3.7.1. Sistema De Baja Tensión, Corriente Alterna

Los cuadros de servicios auxiliares, de corriente alterna a 400 V tomarán la energía de los citados transformadores.

Estos cuadros suministrarán energía a todos aquellos receptores que precisen de alimentación con corriente alterna, tales como los rectificadores de corriente continua, los equipos de control de la Subestación y la alimentación de los circuitos de fuerza y alumbrado de todo el edificio.

Se instalará un grupo electrógeno de 100 kVA para poder hacer frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico.

6.3.8. Servicios Auxiliares de Corriente Continua

Para mantenimiento de los servicios de corriente continua y como emergencia, en caso de fallo de la corriente alterna, se dispondrá en el edificio de interconexión y control de la subestación de un cuadro dotado de:

- Una (1) batería de acumuladores alcalina de 15 Ah de capacidad y de las siguientes condiciones de servicio:

• Tensión nominal	125 Vcc
• Tensión máxima	137,5 Vcc
• Tensión mínima	106 Vcc
- Un (1) rectificador para carga y mantenimiento de la batería, de las siguientes características:

• Alimentación	Monofásico
• Tensión de alimentación (entrada)	230 V, 50 Hz.
• Variación de la tensión de alimentación (salida)	+10 % -20 %
• Tensión de salida normal	±1
• Intensidad nominal	5 A

La batería estará formada por elementos semiestancos de tipo medio de descarga. Estará prevista para que al final de 8 horas en situación de emergencia, con el consumo solicitado, la tensión en la misma sea superior a 106 V.

Ambos equipos, batería–rectificador estarán instalados en un armario metálico situado, en el edificio de la subestación. Se alimentarán del cuadro de servicios auxiliares y atenderán a los consumos de la instalación.

6.4. Edificio de Interconexión y Control

6.4.1. Descripción

Se plantea la construcción de un único edificio en el que se albergan las distintas salas que son necesarias para la explotación de las instalaciones y que se divide en las siguientes zonas:

Sala de celdas de M.T.:

En esta amplia sala se ubicarán las celdas de línea y protección de cada uno de los circuitos subterráneos de 30 kV de los parques eólicos asociados al transformador de potencia.

Sala de control y SSAA:

En esta sala del edificio se situarán todos los cuadros de control necesarios para garantizar la supervisión, monitorización, control y protección, así como los equipos de telemando y comunicaciones del centro.

En esta sala se instalará el cuadro de 400/230 V correspondiente para garantizar el consumo local de energía de la subestación y el suministro de energía eléctrica en forma de corriente continua y alterna a los dispositivos de control, mando, protección y comunicaciones, incluso cuando no hay producción de energía en los parques. A este efecto se instalarán el equipo de medida de importación correspondiente.

También, se alojarán los equipos necesarios para instalar los sistemas de Servicios auxiliares descritos. Así mismo se alojarán los equipos rectificadores-cargadores de baterías de 125 Vcc y 48 Vcc necesarios para el suministro de corriente continua

El diseño de la estancia le permite estar comunicada fácilmente con las demás dependencias del edificio.

Zona de servicios:

Dotada de un pequeño almacén y una sala de oficina.

Dependencias complementarias:

Como dependencias complementarias, para atender las necesidades higiénicas y de atención primaria en caso de accidentes del personal empleado, se construirán unos vestuarios-aseos, que cumplirán con las especificaciones habituales en este tipo de instalaciones, dotados de agua fría y caliente, así como un equipo sanitario de urgencia y primera necesidad.

Sala de Grupo Electrónico:

Se instalará en dicha sala el grupo electrógeno proyectado como respaldo a los Servicios Auxiliares.

6.4.2. Cuadro de Superficies Edificio de Celdas, Control y Operación

Almacén de residuos	31,28 m ²
Sala de Celdas M.T.	88,32 m ²
Sala de Control y SSAA	68,22 m ²
Pasillo	32,12 m ²
Vestuarios	11,99 m ²
Aseo Masculino	8,58 m ²
Aseo Femenino	8,58 m ²
Despacho Operación	7,39 m ²
Despacho Promotor	7,39 m ²
Cocina	9,74 m ²
Almacén-Taller	78,93 m ²
SUPERFICIE ÚTIL TOTAL	352,54 m²
SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL	384,16 m²

6.4.3. Sala de Celdas de M.T.

En la sala de celdas de media tensión se alojarán las celdas que reciben la red subterránea que interconecta el centro de transformación del parque eólico, en varios circuitos de llegada distintos. La energía evacuada por cada línea subterránea irá a su correspondiente celda de 30 kV, desde la que se conectará al embarrado de 30 kV.

A este embarrado se conectará, así mismo, la celda de transformador de potencia del parque intemperie, la de baterías de condensadores y la de servicios auxiliares. En los planos adjuntos puede verse la disposición en planta de estos equipos.

6.4.4. Salas de protección y control

En esta sala se encuentran todos los cuadros de control necesarios para garantizar la supervisión, monitorización, control y protección, así como los equipos de telemando y comunicaciones del centro.

El cuadro de control alojará los conmutadores de símbolo y mando, señalización y alarmas y la medida instantánea. Los relés para las protecciones del parque irán alojados en sus correspondientes bastidores.

Para que la compañía eléctrica disponga de telemedida se instalarán convertidores de tensión y potencia activa y reactiva. Así mismo se alojarán los equipos rectificadores-cargadores de baterías de 125 Vcc y 48 Vcc necesarios para el suministro de continua.

Equipos contadores registradores:

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico serán de tipo 1, (punto situado en frontera de generación cuya potencia aparente nominal es superior a 12 MVA), se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida principal y redundante y para medida comprobante. Estos equipos irán alojados en un armario normalizado, en el interior de una hornacina prefabricada de hormigón con puerta metálica, en el exterior de la Subestación.

El armario de teleprotección para protección de las líneas de evacuación de 220 kV se alojará también en la sala de control.

Cuadro de servicios auxiliares:

Cuadro formado por 4 salidas a 230/400 V, para el alumbrado y electrificación del edificio de control.

Sistema de Alimentación ininterrumpida:

Instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI-100 kVA), con autonomía de 24 horas conectado de forma permanente al cuadro de baja tensión.

Equipo auxiliar:

Suministro e instalación de equipo auxiliar de seguridad en la sala de SSAA, formado por:

- Placa de peligro y de primeros auxilios.
- Banqueta aislante de 45 kV.
- Pértiga salvavidas.

Extintor móvil eficacia 89B de 5 kg.

Red de Tierras:

Todos los equipos instalados en el edificio de interconexión y control se conectarán a la malla de tierras de la subestación.

Instalación eléctrica interior:

Se instalarán luminarias fluorescentes para cada una de las salas del edificio de control, así como una red de baja tensión en tubo flexible, dotada de conductores, pulsadores y bases de enchufes según las necesidades de cada una de las salas del edificio.

6.4.5. Oficinas

Se habilitarán espacios diferenciados, destinados al personal de la propiedad que administra el complejo que se ocupará de las actividades de operación y mantenimiento.

6.4.6. Otros Servicios

El edificio dispone de otras dependencias complementarias destinadas a atender las necesidades del personal del parque, tales como aseos y vestuarios diferenciados.

6.4.7. Almacenes

En los almacenes se realizarán las actividades de taller y almacenamiento de material.

6.5. Sistema de Control

6.5.1. Tecnología

El SICOP estará formado por una Unidad de Control de Subestación (UCS) que dispondrá de una estación Remota (RTU), la cual se comunicará mediante concentradores y canales de fibra óptica con los relés que forman parte de las Unidades de Control de Posición (UCP's). Cada enlace contará con dos canales, uno para la transmisión y otro para la recepción de datos.

La UCS está formada por la RTU así como por otros equipos adicionales, como un Terminal Local (Ordenador Personal), que facilitará las maniobras de la aparamenta de la subestación no siendo necesario de esta forma realizar las mismas desde los relés o desde las propias celdas.

La RTU se conectará a través de los equipos y la red de comunicaciones con el despacho, para realizar el enlace en tiempo real con el centro de control desde el que se realice la supervisión de la instalación.

6.5.2. Funciones principales de la UCS

- Mando y señalización de todas las posiciones de la subestación.
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Gestión de las comunicaciones con el sistema de telecontrol.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP.
- Gestión de los periféricos: Terminal local, impresora y módem.
- Generación de informes.
- Sincronización horaria.

6.5.3. Funciones principales de la UCP

- Captación de las señales analógicas de los transformadores de medida (TI's y TT's) para generación de las medidas (intensidad, tensión, potencia activa, potencia reactiva y posición de TAP del regulador).
- Captación de los estados (señales digitales de la aparamenta), a saber: estado de interruptores, seccionadores y posiciones de los reguladores en carga de los transformadores.
- Mando y señalización de los dispositivos asociados a la posición (interruptores y seccionadores).
- Captación y gestión de las alarmas de la posición, incluidas las de la propia UCP.
- Protección de la posición.
- Alarmas.

6.5.4. Disposición Constructiva

Los equipos necesarios para realizar las funciones de mando, medida, protección, señalización, alarmas y telemando se alojarán en un conjunto de armarios metálicos constituyendo el denominado cuadro de control.

Los armarios son de apertura frontal con dos puertas superpuestas. La primera de metacrilato transparente de protección y la segunda formada por un bastidor móvil para alojar racks de 19". En el interior del armario se alojan los relés de protección, relés auxiliares, magnetotérmicos y bornas. En el frontal del armario se colocan los equipos de medida, protección y control. Estos equipos se montan en cajas de ¼ de rack de 19", en 6 alturas, previstos para su montaje empotrado en panel.

Los equipos de protección contienen un display gráfico de control. La presentación del estado del interruptor y seccionadores se hace mediante un mímico interactivo. El mando se realiza a través de pulsadores que lleva la propia protección y que actúan directamente o a través de relés auxiliares, realizando las funciones de conexión-desconexión del interruptor, reenganchador servicio-fuera servicio, mando local-telemando, etc. La indicación de alarmas se realiza mediante unos leds de la protección y su correspondiente pantalla en la que aparecen indicadas.

Las funciones de telemando se realizan a través de todos los elementos anteriormente descritos.

El cableado interior de los armarios se realiza mediante hilo flexible de cobre, con aislamiento libre de halógenos (ES07Z1), no propagador del fuego, de secciones 1,5 mm² y 2,5 mm². Los cables irán por dentro de canaletas, con aberturas laterales para salidas de cable y tapas extraíbles. Cada punta de cable tendrá el terminal correspondiente. Las interconexiones se realizarán a través de regletas terminales formadas por bornas seccionables o no seccionables, debidamente rotuladas.

6.6. Protecciones

6.6.1. Generalidades

La marca y modelo de los diferentes relés de protección de la subestación se ajustarán a la normativa de la compañía de distribución o transporte en el momento de la ejecución de la misma.

6.6.2. Posición de línea 220 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- Tensión, intensidad, potencia activa y potencia reactiva.

Las protecciones y automatismos serán:

- Distancia tripolar, con teleprotección	21
- Direccional de neutro	67N
- Diferencial de línea	87L
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea	51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro	51N/50N
- Fallo de interruptor	50s+62
- Automatismo reenganchador (*)	79
- Vigilancia de circuitos de disparo	3
- Máxima frecuencia	81M
- Mínima frecuencia	81m
- Mínima tensión	27
- Máxima tensión	59
- Protección contra faltas a tierra	64

(*) Para la activación de esta función se deberán tener en cuenta los requisitos legales a tal fin (detección de presencia de tensión superior al 85% de la nominal y temporización de 3 minutos previos a la reconexión del parque).

6.6.3. Posiciones de Transformador 220/30 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- En 220 kV: Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- En 30 kV: Intensidad, tensión, potencia activa y potencia reactiva.

Regulador:

- En 220kV posición de toma (TAP)

Las protecciones y automatismos en 220 kV serán:

- Diferencial de transformador	87T
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea	51/50
- Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro	51N/50N
- Fallo de interruptor	50s+62
- Vigilancia de circuitos de disparo	3

- | | |
|-----------------------------------|----|
| - Bloqueo conexión de interruptor | 86 |
|-----------------------------------|----|

Las protecciones y automatismos en 30 kV serán:

- | | |
|---|--------|
| - Diferencial de transformador | 87T |
| - Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea | 51/50 |
| - Regulador | 90 |
| - Fallo de interruptor | 50s+62 |
| - Vigilancia de circuitos de disparo | 3 |
| - Bloqueo conexión de interruptor | 86 |

Las protecciones comunes a ambos devanados serán:

- | | |
|---------------------------------|------|
| - Temperatura | 26 |
| - Imagen Térmica | 49 |
| - Buchholz | 63B |
| - Sobrepresión | 63L |
| - Nivel de aceite | 63N |
| - Nivel de aceite del regulador | 63BJ |

6.6.4. Posiciones de línea 30 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.

Las protecciones serán:

- | | |
|---|---------|
| - Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea | 51/50 |
| - Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro | 51N/50N |
| - Automatismo reenganchador | 79 |
| - Vigilancia de circuitos de disparo | 3 |

6.6.5. Posiciones de Batería de Condensadores 30 kV

Las medidas que se indicarán serán:

- Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.

Las protecciones serán:

- | | |
|---|---------|
| - Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea | 51/50 |
| - Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro | 51N/50N |
| - Sobreintensidad de desequilibrio de neutro | 50Nd |
| - Vigilancia de circuitos de disparo | 3 |

6.7. Equipos de Medida

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el reglamento de puntos de medida y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida Principal, Redundante y comprobante.

Se instalará, según el vigente Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico consistente en lo siguiente:

Medida Principal, Redundante y Comprobante:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,2 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem de comunicaciones.

6.8. Obra Civil

6.8.1. Descripción

La subestación se aloja en un recinto vallado en el que habrá que desarrollar diversas obras civiles, para que pueda cumplir las funciones previstas, entre las que destacan las siguientes:

- Explanación y nivelación del terreno.
- Ejecución y/o acondicionamiento de accesos.
- Excavación y hormigonado de anclajes de aparamenta.
- Realización de las zanjas para la red de tierras.
- Realización de las atarjeas exteriores para el paso de cableado de control y potencia con tapas de hormigón.
- Bancada para los transformadores de potencia con el correspondiente foso de recogida de aceite.
- Realización del vallado perimetral con malla de simple torsión y alambre de espinos con murete inferior.
- Extendido de capa de gravilla de remate.
- Red de drenajes.
- Cimentaciones y losas asociadas a los equipos y sistemas de la subestación.

6.8.2. Movimiento de Tierras

Se efectuarán los correspondientes movimientos de tierras, a fin de conseguir las explanaciones necesarias para el acceso a la subestación desde el camino de acceso y para su construcción. El acabado será consonante con la vegetación de la zona.

Movimiento de tierras – Volúmenes Plataforma

Volumen Desmante	30 m ³
Volumen Terraplén	19.781 m ³
Diferencia	-19.691 m ³
Volumen Tierra Vegetal	2.079 m ³
Superficie Ocupación	10.201 m ³

Movimiento de tierras – Volúmenes Eje Giro

Volumen Desmante	35,9 m ³
Volumen Terraplén	37 m ³
Diferencia	-1,1 m ³
Volumen Tierra Vegetal	97,9 m ³
Volumen de Firme	87,1 m ³
Espesor de Firme	0,22 m ³

Movimiento de tierras – Volúmenes Eje Entrada

Volumen Desmonte	13,4 m ³
Volumen Terraplén	4,3 m ³
Diferencia	9,1 m ³
Volumen Tierra Vegetal	39,4 m ³
Volumen de Firme	36,7 m ³
Espesor de Firme	0,22 m ³

6.8.3. Saneamiento

La recogida de aguas pluviales, se efectuará por medio de colectores formados por cunetas y tuberías de cemento de distintos diámetros.

A los colectores se conducirán todas las aguas pluviales, así como las procedentes de las canalizaciones de cables.

El abastecimiento de agua de los aseos, dentro del edificio de control, se realiza mediante un depósito de agua enterrado, el cual está situado cerca de los aseos.

Por otro lado, para el saneamiento de los aseos se ha planteado un pozo ciego enterrado situado en las inmediaciones de los aseos.

6.8.4. Accesos y Viales

Se llegará a la instalación, a través del camino de acceso de nueva implantación. Los viales en el interior de la subestación tendrán 5 m de calzada como mínimo.

6.8.5. Transformador

Para la instalación del transformador de potencia de relación 220/30 kV se proyecta la construcción de la bancada correspondiente. Se ha proyectado de manera independiente un depósito de hormigón enterrado con capacidad para alojar hasta un 25% más del aceite del transformador.

6.8.6. Estructuras Metálicas

La obra a realizar consiste en construir los cimientos soporte de la estructura metálica del sistema de 220 kV y el de 30 kV.

6.8.7. Canalizaciones Eléctricas

Para el tendido de cables desde los aparatos eléctricos hasta los paneles de control de la Subestación, se ha previsto una red de canalizaciones de cables con sus correspondientes tapas de registro.

Las zanjas de cables son del tipo normalizado, de una anchura de 0,45 m interior, con tapas de hormigón prefabricado de 0,54 m.

El cruce de viales dentro de la subestación se realizará con conductores entubados hormigonados.

6.8.8. Sistema de Tierras

La malla de tierras irá enterrada a una profundidad de 0,80 m. Además, se enterrarán dos circuitos perimetrales, uno exterior a la valla del recinto más otro interior, junto con otro en el exterior del edificio de control.

Todas las conexiones enterradas se realizarán por medio de soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión tipo CADWELL, y los cables de tierra se fijarán a los soportes metálicos de la armadura de la subestación con piezas de conexión a compresión adecuadas.

6.8.9. Cierre de la Subestación

Todo el recinto de la subestación estará protegido por un cierre de malla metálica para evitar el acceso a la misma de personas ajenas al servicio. En los planos correspondientes puede apreciarse la disposición adoptada.

La altura del cierre será como mínimo de 2,2, m de acuerdo a lo especificado en el apartado 3.1, de la ITC-RAT 15, del Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

6.9. Instalaciones complementarias

6.9.1. Alumbrado

Alumbrado interior

Los receptores de alumbrado instalados en la sala de celdas y en la de control del edificio de celdas serán de marcas comerciales homologadas.

Se emplearán pantallas empotrables en falso techo, 600x600 mm, clase II, para tres lámparas leds de 36 W de potencia.

Alumbrado exterior

El alumbrado perimetral exterior de los edificios se realiza mediante la instalación de luminarias IP65, Clase II, con lámparas leds de 100 W.

El funcionamiento del alumbrado será automático por medio de reloj astronómico, fotocélula y dispondrá además de un interruptor manual que facilite las labores de mantenimiento y la puesta en marcha en caso de fallo en la automatización.

Los transformadores de potencia dispondrán de proyectores con lámparas leds.

Alumbrado de emergencia

Tiene por objeto asegurar la iluminación mínima en puertas, vías de acceso y salidas de las instalaciones en caso de producirse un fallo en el sistema de alumbrado general, para poder proceder a la perfecta evacuación del personal.

La fuente de este tipo de alumbrado son equipos autónomos automáticos, con batería propia y conectados a la red mediante circuitos independientes (máximo 12 equipos por circuito). Se pondrán en funcionamiento cuando la tensión falle o baje hasta un 70% o menos de su valor nominal. Su tiempo de funcionamiento será, como mínimo de 1 hora y, una vez restablecida la tensión, dejará de funcionar.

No solo se colocarán equipos de emergencia en las puertas de salida, sino que también se colocarán repartidas por los pasillos con la misión de que, en caso de una carencia de alumbrado, sea cual fuere el motivo de ésta, no se imposibilitará el trabajo del personal en puntos concretos del interior. Además, se colocarán equipos de emergencias cerca del cuadro general de distribución, para tener perfecta visión del interior de ellos, obteniendo un nivel de iluminación de 5 Lumen/m².

Para calcular la cantidad de aparatos de emergencia necesarios y por ser ésta un tipo de instalación sobre la que no se exige, por Normativa, un nivel de iluminación concreto, se asegurará que se obtenga un nivel de iluminación mínimo de 1 Lumen/m².

Se utilizarán pantallas fluorescentes estancas, de 100 Lúmenes, para lámparas fluorescentes 8 W y una hora de autonomía, IP42, Clase II.

6.9.2. Protección contra Incendios en la Subestación

De acuerdo con el RD 2267/04, respecto a su configuración y ubicación, la subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura menor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de operación, el edificio de celdas y la caseta de residuos, como establecimientos industriales que ocupan totalmente un edificio y se encuentra a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

Para una estación transformadora se considera una densidad de carga fuego media de 300 MJ/m² con riesgo de activación medio (tabla 1.2 del Anexo I). El nivel de riesgo intrínseco de la instalación es bajo (tabla 1.3 del Anexo I).

PARQUE INTEMPERIE

En aplicación de las prescripciones de la ITC-RAT 15 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación a la exterior.

La superficie del parque de la SET estará recubierta de una capa de grava a la que se tratará con herbicidas para evitar el crecimiento de hierbas que supongan al secarse riesgo de incendio.

Los transformadores y reactancias cuentan con dispositivos de protección (Interruptores automáticos de corte en SF6) que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

También se ha previsto un sistema de recogida de aceite que se ha descrito anteriormente.

EDIFICIO

Se aplicará las prescripciones de la ITC-RAT-14 para prevención de incendios en los edificios de la instalación. De acuerdo con ITC-RAT-14 no es necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios. Se situarán extintores de eficacia 89B. Se colocarán siempre a una distancia no superior a 15 metros de las entradas.

El sistema de detección y alarma dispondrá de detectores. La alarma se podrá disparar mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos a fin de que en caso de encontrarse personal en la instalación pueda dispararla con antelación a la actuación del sistema de detección automática, en caso de provocarse un conato de incendio.

La distribución de extintores se realizará de modo que la distancia desde cualquier punto de los edificios hasta un extintor sea menor a quince metros.

En el Anexo de "Prevención de Incendios de la subestación" se hace un análisis en detalle de la prevención de incendios.

6.9.3. Sistema de Climatización y Ventilación Forzada

Se instalarán unidades de aire acondicionado en las dependencias de la subestación en las que prevea la estancia de personas trabajando, o equipos sensibles en su funcionamiento a temperaturas extremas. En el almacén, habrá ventilación natural.

La alarma del sistema de detección de incendios provocará el paro, de forma automática, de los elementos de aireación y refrigeración que puedan existir en la sala en que se detectó el incendio, para los que deberá preverse un rearme manual.

6.9.4. Sistema de Detección de Intrusos

La instalación estará dotada de un sistema de seguridad para la detección de intrusos con las funcionalidades que se detallan a continuación:

- Detectar una intrusión a los edificios de personas no autorizadas.
- Comunicar las incidencias programadas a la Central Receptora de Alarmas, vía teléfono.
- Ser activado/desactivado localmente por personal autorizado, con código secreto personal.
- Auto-supervisión del sistema, con alarma de avería, activación del zumbador de la consola y la transmisión de la anomalía a la Central Receptora de Alarmas.
- Capacidad de respuesta hasta 4 h después de fallo de la alimentación C.A.
- Posibilidad de temporizar la duración de la alarma acústica entre 5 y 60 minutos.
- Posibilidad de comprobación manual de la operación de la sirena.
- Disponer de función pre-alarma, programable por entrada, con aviso en zumbador de la consola.

Los equipos que componen los sistemas de seguridad electrónica para la detección de intrusos son los siguientes:

- Central de alarmas: Será la encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar y/o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Consola de mando y programación: Se instalará en el distribuidor de los edificios. A través de la misma podrá programarse la Central de Alarmas.
- Contactos magnéticos: Se instalarán en todas las puertas y ventanas exteriores de los edificios.
- Sensor volumétrico dual (infrarrojo/microondas): Se instalará en todas las salas de los edificios con puertas o ventanas al exterior.
- Sirena acústica con lanzadestellos: Se instalará en la zona visible, en la parte alta de los edificios.

Conductores: El cable a utilizar será del tipo manguera apantallado de $2 \times 0,75 + 6 \times 0,22 \text{ mm}^2$. Su tendido se realizará por canaleta o tubo de PVC autoextinguible y por bandejas.

6.10. Limitación de los Campos Magnéticos

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En este caso, no se tiene anexo ningún otro edificio habitable, con lo que no serán de aplicación los valores máximos establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las

medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

7. Plazo de ejecución

El plazo estimado de ejecución del proyecto de la Subestación Eléctrica 220/30 kV "Contrebas I-II" de 8 meses a partir del acta de replanteo.

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
INGENIERIA								
Licencias								
Contratación								
Dirección de obra								
OBRA CIVIL Y MONTAJE PARQUE INTEMPERIE								
Implantación en obra								
Realización cimentaciones								
Realización zanjas								
Realización Estructuras Metálicas								
Montaje Trafo de Potencia y resto aparamenta								
Tendido cable MT								
Tendido cable Control y Comunicaciones								
EDIFICIO DE CONTROL								
Cimentaciones								
Estructura y cubierta								
Albañilería y carpintería exterior								
Solados, revestimientos y carpintería interior								
Instalaciones interiores								
Resto trabajos								
ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA								
CONEXIÓN A LA RED Y FIN DE OBRA								

8. Presupuesto

SUBESTACION 220/30 kV "CONTREBIAS I-II"		IMPORTES
1.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	900.000,00 €
2.	APARAMENTA 220 kV	333.450,00 €
3.	APARAMENTA 30 kV	262.925,00 €
4.	EMBARRADOS Y CABLEADOS	130.430,00 €
5.	SOPORTES Y ESTRUCTURAS	63.000,00 €
6.	RED DE TIERRAS	25.000,00 €
7.	SERVICIOS AUXILIARES	79.850,00 €
8.	CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA	109.500,00 €
9.	VARIOS	35.500,00 €
10.	OBRA CIVIL	424.875,00 €
11.	MONTAJE ELECTROMECHANICO	40.000,00 €
12.	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	60.000,00 €
13.	PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS	1.079,48 €
14.	DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN	25.000,00 €
15.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	4.768,52 €
TOTAL SET		2.495.378,00 €
GASTOS GENERALES + BENEFICIO INDUSTRIAL		15% 374.306,70 €
SUMA P.E.M +GG+BI		2.869.684,70 €
IVA		21% 602.633,79 €
TOTAL PRESUPUESTO		3.472.318,49 €

El importe total del proyecto de la Subestación 220/30 kV "Contrebias I-II" asciende a la cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO euros con CUARENTA Y NUEVE céntimos (3.472.318,49 €).

9. Relación de Organismos Afectados

Las administraciones públicas que se verían afectadas por las instalaciones de la subestación eléctrica son:

- Ayuntamiento de Épila (Zaragoza).

10.Conclusión

Con lo anteriormente expuesto en la presente memoria, anexos, presupuesto, los planos y demás documentos adjuntos, se considera suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas de la instalación y funcionamiento de la Subestación Eléctrica 220/30 kV "Contrebas I-II"

Zaragoza, Agosto de 2024
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



SUBESTACIÓN 220/30 kV "CONTREBIAS I-II"
Presupuesto

ÍNDICE

1.	Presupuestos Parciales	1
1.1	Transformador de potencia	1
1.2	Aparamenta 220 kV	1
1.3	Aparamenta 30 kV	1
1.4	Embarrados	1
1.5	Soportes y estructuras.....	1
1.6	Red de tierras	2
1.7	Servicios auxiliares	2
1.8	Control, protección y medida.....	2
1.9	Varios.....	2
1.10	Obra Civil	2
1.11	Montaje electromecánico	2
1.12	Pruebas y puesta en servicio	2
1.13	Producción y gestión de residuos.....	2
1.14	Desmantelamiento de la Subestación.....	2
1.15	Estudio de Seguridad y Salud	2
2.	Resumen.....	3

1. Presupuestos Parciales

1.1 Transformador de potencia

PARTIDA	UNID.	CONCEPTO	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1.		TRANSFORMADOR DE POTENCIA			900.000,00 €
1.1	UD	Transformador trifásico en baño de aceite 220/30 kV refrigeración ONAN/ONAF de 30 MVA con regulación en carga.	1	900.000,00 €	900.000,00 €

1.2 Aparamenta 220 kV

2.		APARAMENTA 220 kV			333.450,00 €
2.1	UD	Interruptor tripolar, corte en SF ₆ , 240 kV, 2.500 A, poder de corte de 40kA. Motorizado.	3	32.000,00 €	96.000,00 €
2.2	UD	Seccionador giratorio de tres columnas, 240 kV de 2.000 A de intensidad nominal, poder de corte 40kA, con cuchillas de p.a.t. Motorizado.	3	13.650,00 €	40.950,00 €
2.3	UD	Autoválvula 198 kV de tensión asignada y 10 kA de corriente de descarga, clase 3.	9	3.850,00 €	34.650,00 €
2.4	UD	Transformador de tensión 240 kV tipo exterior inductivo 220.000:1,732/110:1,732-110:1,732-110/3V, triple secundario para medida y protección (incluye caja de formación de tensiones).	6	10.850,00 €	65.100,00 €
2.5	UD	Transformador de intensidad 240 kV, cinco secundarios, para medida y protección (incluye caja de formación de intensidades).	9	10.750,00 €	96.750,00 €

1.3 Aparamenta 30 kV

3.		APARAMENTA 30 kV			262.925,00 €
3.1	UD	Celda blindada (aislamiento en SF ₆) de transformador de 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF ₆ , de 2.000 A, 31,5 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de tensión y de intensidad (2 devanados de protección, y 1 de medida), transformadores de tensión en embarrado (devanados de protección, medida), relés de protección, etc.	1	30.000,00 €	30.000,00 €
3.2	UD	Celda blindada de línea colectora de parques (aislamiento en SF ₆) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF ₆ , de 630 A, 31,5 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida) relés de protección, etc.	3	27.500,00 €	82.500,00 €
3.3	UD	Celda blindada para protección batería condensadores (aislamiento en SF ₆) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF ₆ , de 630 A, 31,5 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida), relés de protección, etc.	1	27.500,00 €	27.500,00 €
3.4	UD	Celda blindada para protección de transformador de SS.AA. 36 kV, en armario metálico prefabricado normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor-seccionador SF ₆ con fusibles asociados, etc...	2	27.500,00 €	55.000,00 €
3.5	UD	Suministro de baterías de condensadores de 30 kV de 6 MVAR, en cabina metálica blindada, tipo exterior, conectados en doble estrella, con protección para sobretensiones y sobreintensidades.	1	20.000,00 €	20.000,00 €
3.6	UD	Suministro de transformador de S.S.A.A. de relación 30/0,420 kV. de 160 kVA de potencia, con grupo de conexión Dyn11, de aislamiento seco, para montaje en interior. Incluye envolvente de alojamiento de TSA.	1	15.000,00 €	15.000,00 €
3.7	UD	Reactancia de puesta a tierra 30kV - 500 A y demás material adicional para su conexión como seccionadores, transformadores de intensidad, relés de protección, etc...	1	22.500,00 €	22.500,00 €
3.8	UD	Pararrayos autoválvulas unipolar de Uc=24kV, Ur=30kV, Intensidad de descarga 10 kA, cl.2. Se incluye contador de descargas.	3	975,00 €	2.925,00 €
3.9	UD	Aisladores de apoyo barras salida trafo, 36 kV	6	400,00 €	2.400,00 €
3.10	UD	Transformador de intensidad toroidal, instalado en p.a.t. reactancia, 0,6/1 kV, 500/5 A, 15 VA, clase 5P20.	3	250,00 €	750,00 €
3.11	UD	Seccionador unipolar desconexión reactancia, 36 kV, 630 A, intensidad límite térmica 31,5 kA, accionamiento manual.	3	450,00 €	1.350,00 €
3.12	UD	Transformador de tensión 36 kV tipo exterior inductivo 33.000:1,732/110:1,732, un secundario para medida y protección (incluye caja de formación de tensiones).	6	250,00 €	1.500,00 €
3.13	UD	Transformador de intensidad 36 kV, un secundario, para medida y protección (incluye caja de formación de intensidades).	6	250,00 €	1.500,00 €

1.4 Embarrados

4.		EMBARRADOS Y CABLEADOS			130.430,00 €
4.1	ml	ml. cable LA-380.	105,00	40,00 €	4.200,00 €
4.2	UD	Tubo de aluminio Ø 100/90 para 30 kV.	36	80,00 €	2.880,00 €
4.3	UD	Cable RH5Z1 18/30 630 mm2 Aluminio	760	125,00 €	95.000,00 €
4.4	UD	Cable RH5Z1 18/30 240 mm2 Aluminio	210	85,00 €	17.850,00 €
4.5	UD	Piezas de conexión y pequeño material.	P.A.	7.500,00 €	7.500,00 €
4.6	UD	Conjunto cadenas de aisladores para pórtico.	1	3.000,00 €	3.000,00 €

1.5 Soportes y estructuras

5.		SOPORTES Y ESTRUCTURAS			63.000,00 €
5.1	kg	Estructura metálica para soporte de embarrados, aparamenta, y pórtico de salida.	22.500,00	2,80 €	63.000,00 €

1.6 Red de tierras

6.		RED DE TIERRAS			25.000,00 €
6.1	P.A.	Cable de cobre desnudo, piezas de conexión a los soportes, soldaduras aluminotérmicas.	P.A.	25.000,00	25.000,00 €

1.7 Servicios auxiliares

7.		SERVICIOS AUXILIARES			79.850,00 €
7.1	UD	Armario de servicios auxiliares C.A.	1	28.750,00 €	28.750,00 €
7.2	UD	Armario de servicios auxiliares C.C.	1	13.100,00 €	13.100,00 €
7.3	UD	Equipo rectificador-cargador de baterías de 125 V c.c.	2	11.250,00 €	22.500,00 €
7.4	UD	Equipo rectificador-cargador de baterías de 48 V c.c.	1	6.500,00 €	6.500,00 €
7.5	UD	Grupo Electrónico 100kVAs	1	9.000,00 €	9.000,00 €

1.8 Control, protección y medida

8.		CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA			109.500,00 €
8.1	UD	Armario de control y protección, con cableado	2	25.750,00 €	51.500,00 €
8.2	UD	Medida de exportación comprobante para instalaciones tipo 1, activa 0,2s, reactiva 0,5	1	9.000,00 €	9.000,00 €
8.3	UD	Medida de exportación principal y redundante para instalaciones tipo 1, activa 0,2s, reactiva 0,2	2	12.000,00 €	24.000,00 €
8.4	UD	Remota de Telecontrol	1	25.000,00 €	25.000,00 €

1.9 Varios

9.		VARIOS			35.500,00 €
9.1	UD	Punta Franklin para perturbaciones atmosféricas, radio de acción de 40 m con mástil autoportante de 20 m.	1	6.500,00 €	6.500,00 €
9.2	UD	Punta Franklin para perturbaciones atmosféricas, de radio de acción de 40 m	2	1.500,00 €	3.000,00 €
9.3	UD	Alumbrado del parque, vallado, acabado en general	P.A.	14.000,00 €	14.000,00 €
9.4	UD	Sistema de teledisparo	1	12.000,00 €	12.000,00 €

1.10 Obra Civil

10.		OBRA CIVIL			424.875,00 €
10.1	UD	Obra Civil Parque Intemperie y acceso SET.	P.A.	90.000,00 €	90.000,00 €
10.2	m²	Almacén de Residuos	0,00	800,00 €	- €
10.3	m²	Edificio de Control	352,50	950,00 €	334.875,00 €

1.11 Montaje electromecánico

11.		MONTAJE ELECTROMECHANICO			40.000,00 €
11.1	PA	Montaje electromecánico	1,00	40.000,00 €	40.000,00 €

1.12 Pruebas y puesta en servicio

12.		PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO			60.000,00 €
12.1	P.A	Pruebas y puesta en servicio	1,00	60.000,00	60.000,00 €

1.13 Producción y gestión de residuos

13.		PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS			1.079,48 €
13.1	P.A	Gestión de los residuos generados en la construcción de la SET, incluye el almacenamiento, servicio de entrega y recogida, tanto de los residuos peligrosos como los no peligrosos, por gestor autorizado.	1,00	1.079,48 €	1.079,48 €

1.14 Desmantelamiento de la Subestación

14.		DESMANTEAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN			25.000,00 €
14.1	P.A	Presupuesto de desmantelamiento de la SE al acabar su vida útil	1,00	25.000,00 €	25.000,00 €

1.15 Estudio de Seguridad y Salud

15.		ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD			4.768,52 €
15.1	P.A	Presupuesto de Estudio de Seguridad y Salud de la Subestación	1,00	4.768,52 €	4.768,52 €

2. Resumen

SUBESTACION 220/30 kV "CONTREBIAS I-II"		IMPORTES
1.	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	900.000,00 €
2.	APARAMENTA 220 kV	333.450,00 €
3.	APARAMENTA 30 kV	262.925,00 €
4.	EMBARRADOS Y CABLEADOS	130.430,00 €
5.	SOPORTES Y ESTRUCTURAS	63.000,00 €
6.	RED DE TIERRAS	25.000,00 €
7.	SERVICIOS AUXILIARES	79.850,00 €
8.	CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA	109.500,00 €
9.	VARIOS	35.500,00 €
10.	OBRA CIVIL	424.875,00 €
11.	MONTAJE ELECTROMECHANICO	40.000,00 €
12.	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	60.000,00 €
13.	PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS	1.079,48 €
14.	DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN	25.000,00 €
15.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	4.768,52 €
TOTAL SET		2.495.378,00 €
GASTOS GENERALES + BENEFICIO INDUSTRIAL		15% 374.306,70 €
SUMA P.E.M +GG+BI		2.869.684,70 €
IVA		21% 602.633,79 €
TOTAL PRESUPUESTO		3.472.318,49 €

El importe total del proyecto de la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" asciende a la cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO euros con CUARENTA Y NUEVE céntimos (3.472.318,49 €).

Zaragoza, Agosto de 2024
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



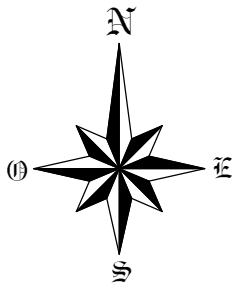
SUBESTACIÓN 220/30 kV "CONTREBIAS I-II"
Planos

PLANO 01	SITUACIÓN GENERAL DE LA SUBESTACIÓN
PLANO 02	EMPLAZAMIENTO Y ACCESO SUBESTACIÓN
PLANO 03	PLANTA SOBRE ORTOFOTO Y CATASTRO
PLANO 04	MOVIMIENTO DE TIERRAS
PLANO 05	UNIFILAR SIMPLIFICADO Y MEDIDA SUBESTACIÓN
PLANO 06	DISPOSICIÓN FÍSICA SUBESTACIÓN. PLANTA
PLANO 07	PLANTA OBRA CIVIL
PLANO 08	RED DE TIERRAS
PLANO 09	SECCIÓN LONGITUDINAL SUBESTACIÓN
PLANO 10	PLANTA EDIFICIO DE CELDAS CONTROL Y OPERACIÓN
PLANO 11	EDIFICIO DE CELDAS CONTROL Y OPERACIÓN. ALZADO
PLANO 12	ESQUEMA UNIFILAR DE SSAA
PLANO 13	PLANTA RBDA

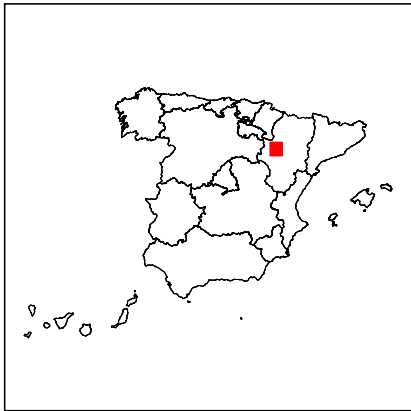
Zaragoza, Agosto de 2024
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



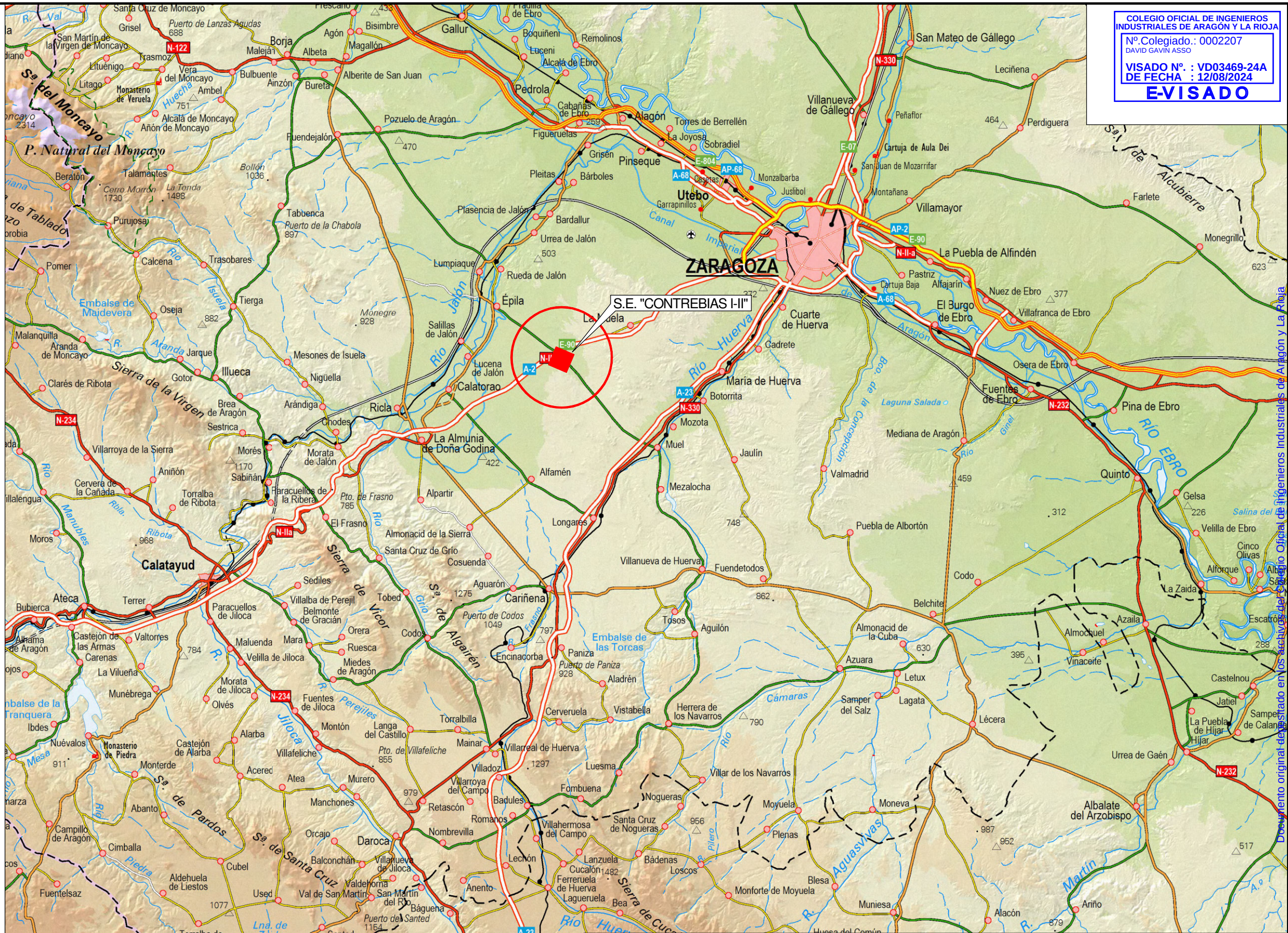
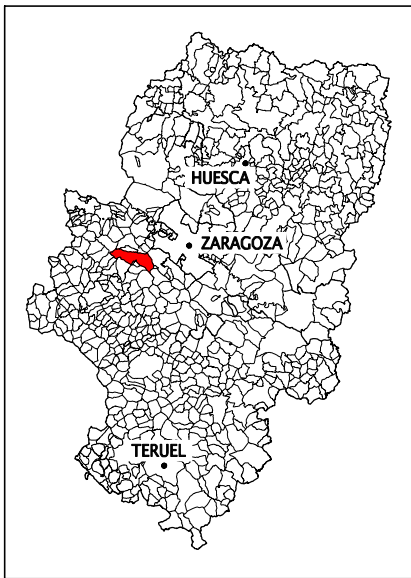
David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



ESPAÑA



ARAGÓN



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002207
DAVID GAVIN ASSO
VISADO Nº. : VD03469-24A
DE FECHA : 12/08/2024
E-VISADO



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO: SITUACIÓN GENERAL

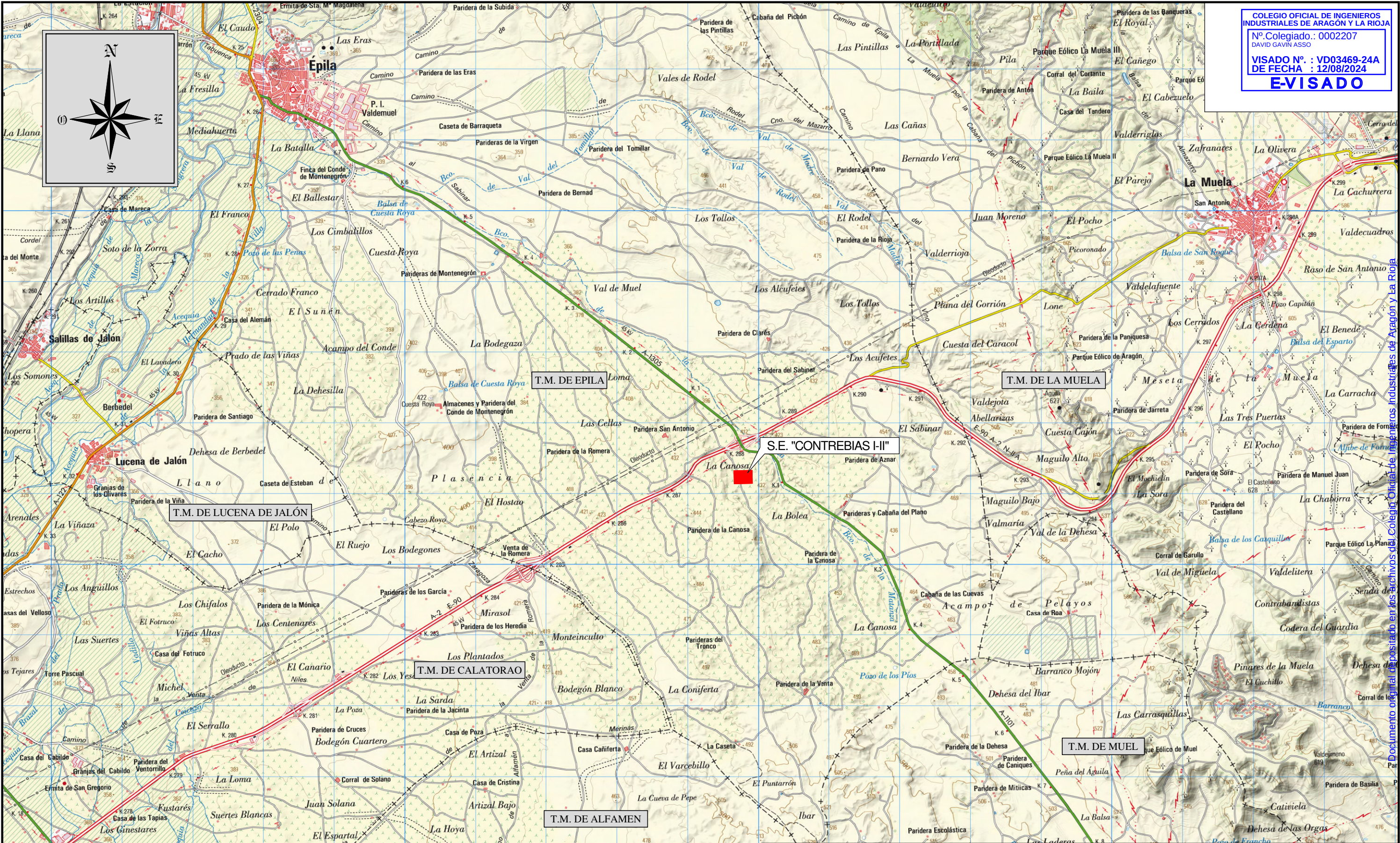
FECHA: AGOSTO-2024

ESCALA: 1:400.000

PLANO Nº: 01

HOJA: 1 DE 1

Documento original del Estado en los archivos de los Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04202-24 y VISADO electrónico VD03469-24A de 12/08/2024. CSV = FVRRUDEMWB91STAS verificable en https://coitar.e-gestion.es



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002207
DAVID GAVÍN ASSO
VISADO Nº. : VD03469-24A
DE FECHA : 12/08/2024
E-VISADO



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO: EMPLAZAMIENTO Y ACCESO

FECHA: AGOSTO-2024

ESCALA: 1:50.000

PLANO Nº: 02

HOJA: 1 DE 1

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04202-24 y VISADO electrónico VD03469-24A de 12/08/2024. CSV = FVRRUDEMWB91STAS verificable en https://coi.ar.es



TÉRMINO MUNICIPAL DE EPILA
(PROVINCIA DE ZARAGOZA)

RC:50099A02000033

RC:50099A02000031

RC:50099A02000025

RC:50099A02000155

RC:50099A02000154

RC:50099A02000032

RC:50099A02001319

VIAL DE ACCESO
SUBESTACIÓN

LÍNEA AÉREA AT
220 kV

- LAAT 220 kV
- LIMITE PARCELA
- VIAL DE ACCESO A S.E.

COORDENADAS UTM EXPLANADA S.E.
ETRS89 HU30

$X_A = 649.820,96$	$Y_A = 4.601.320,63$
$X_B = 649.823,73$	$Y_B = 4.601.214,30$
$X_C = 649.742,87$	$Y_C = 4.601.212,19$
$X_D = 649.740,23$	$Y_D = 4.601.318,54$

COORDENADAS UTM S.E.
ETRS89 HU30

$X_1 = 649.819,09$	$Y_1 = 4.601.277,57$
$X_2 = 649.820,65$	$Y_2 = 4.601.217,21$
$X_3 = 649.745,78$	$Y_3 = 4.601.215,27$
$X_4 = 649.744,21$	$Y_4 = 4.601.275,63$

RC:50099A02000153

RC:50099A02000034

RC:50099A02000036

RC:50099A02000152

RC:50099A02000150

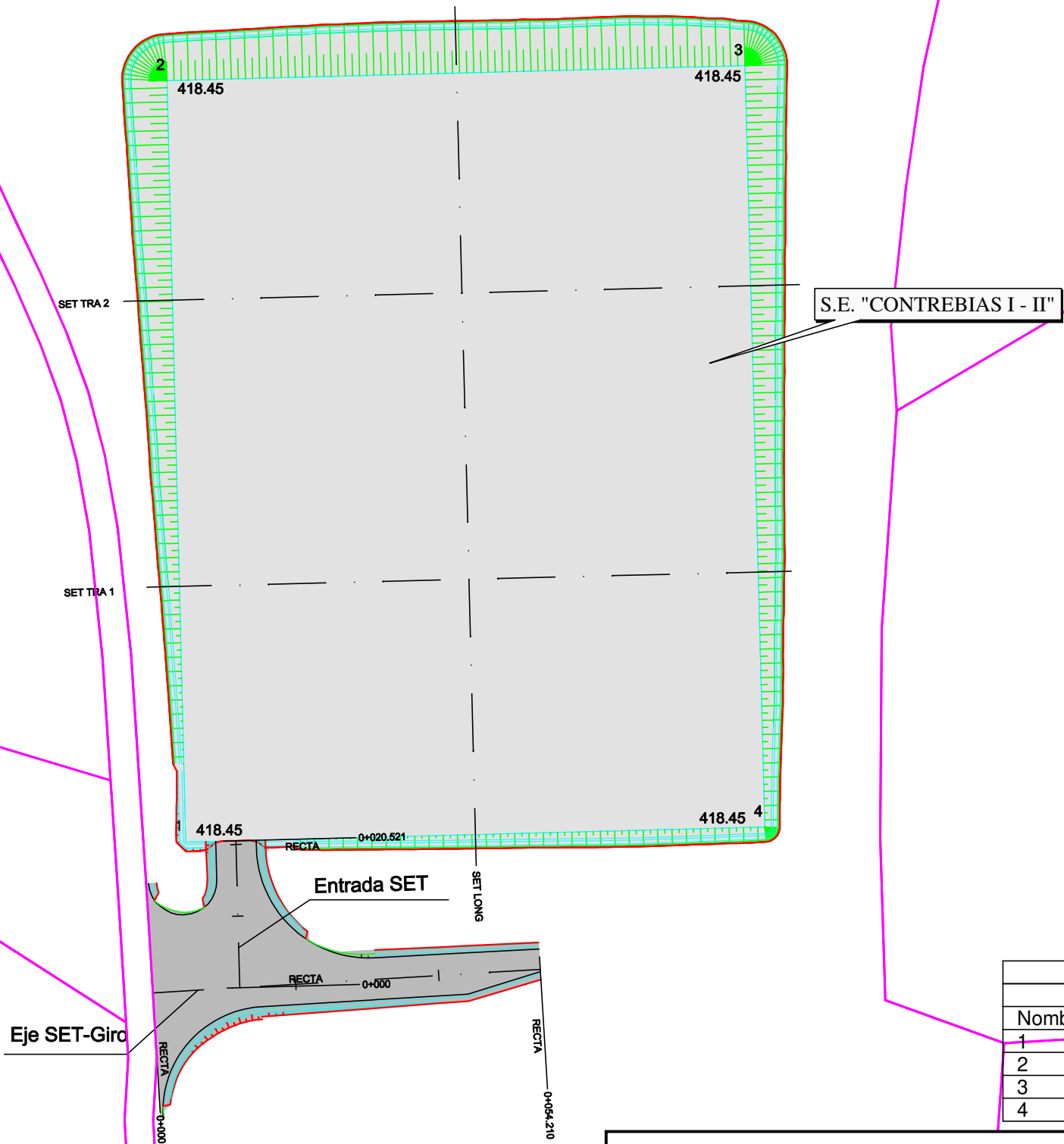
RC:50099A02000151



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO: PLANTA SOBRE ORTOFOTO Y CATASTRO

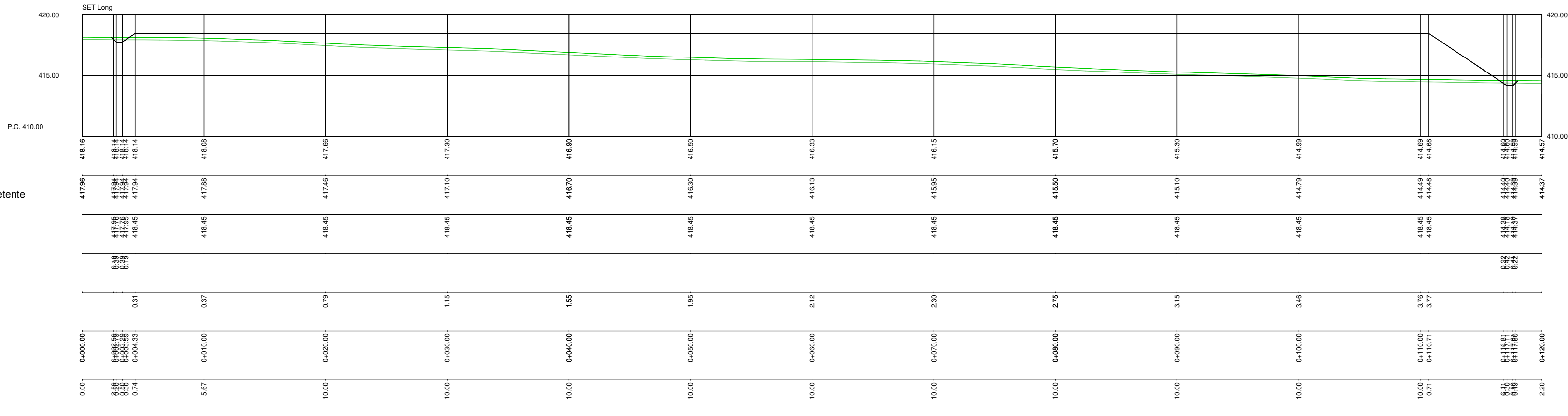
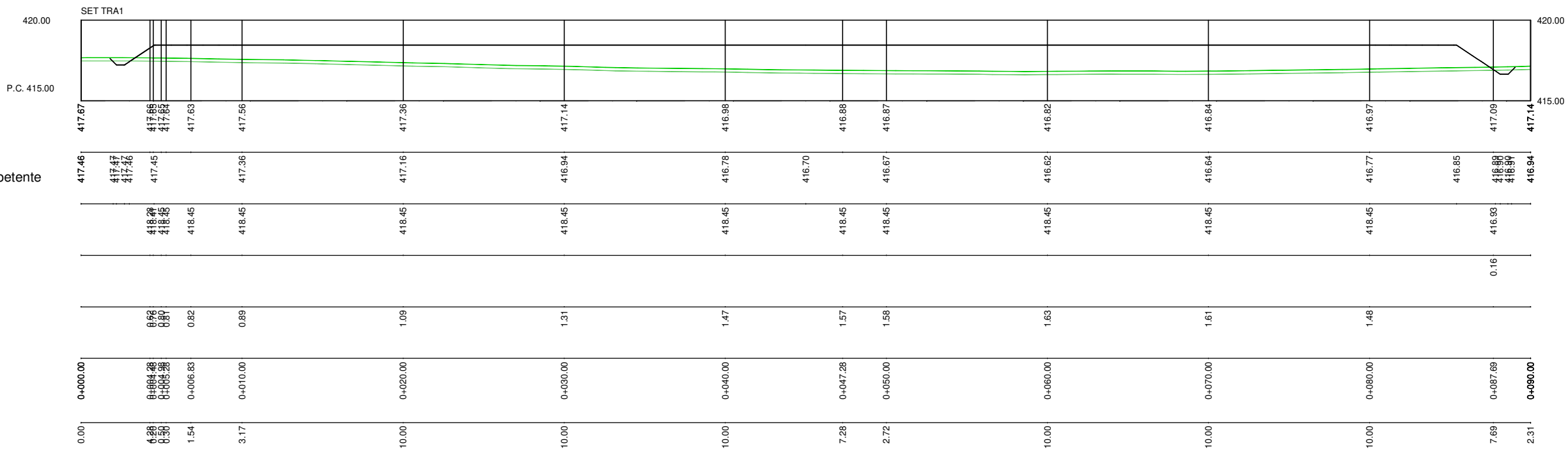
FECHA: AGOSTO-2024
ESCALA: 1:1.000
PLANO Nº: 03
HOJA: 1 DE 1



LISTADO DE PUNTOS			
Listado de vertices de explanada SET			
Nombre	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z
1	649742.853	4601212.193	418.450
2	649740.233	4601318.539	418.450
3	649820.964	4601320.634	418.450
4	649823.740	4601214.297	418.450

PROYECTO:	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTREBIAS I-II (220/30kV) EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)	FECHA:	AGOSTO-2024
		ESCALA:	1:750
PLANO:	MOVIMIENTO DE TIERRAS PLANTA	PLANO Nº:	04
		HOJA:	1 DE 5

ESCALAS $\left\{ \begin{array}{l} \text{HORIZONTAL} = 200 \\ \text{VERTICAL} = 200 \end{array} \right.$

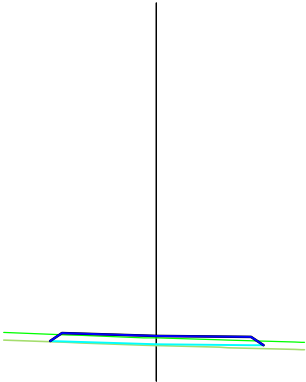


	Volúmenes
Volumen Desmonte	30 m³
Volumen Terraplén	19.781 m³
Diferencia	-19.691 m³
Volumen Tierra Veg.	2.079 m³
Superficie Ocupación	10.201 m³

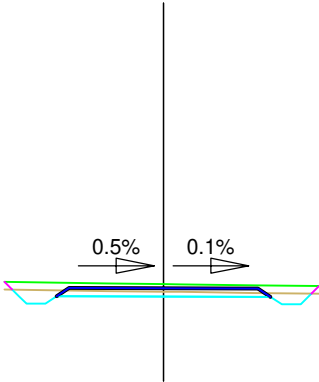
			
PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTRIBIAS (220/30 kV) EN EL T.M. DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)		FECHA: AGOSTO-2024 ESCALA: 1:300	
PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS PERFILES PLATAFORMA		PLANO Nº: 04 HOJA: 2 DE 5	

E: 1/400

Pk=0+000



Pk=0+020

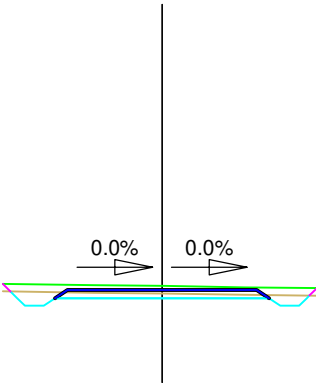


Ras 418.455
Z.Terreno=418.57

S. ZA = 1.17 m2.
S. FIRME = 1.17 m2.
S. VEGETAL = 1.62 m2.
S. D_TIERRA = 1.31 m2.

S. ZA = 1.17 m2.

Pk=0+020.521



Ras 418.452
Z.Terreno=418.56

S. ZA = 1.17 m2.
S. FIRME = 1.17 m2.
S. VEGETAL = 1.62 m2.
S. D_TIERRA = 1.25 m2.

TOTALES	
Volumen de Desmonte	13.4m³
Volumen de Terraplén	4.3m³
Volumen de Vegetal	39.4m³
Diferencia (Desmonte - Terraplén)	9.1m³
Volumen de Firme	36.7m³
Espesor de Firme	0.22m³



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

FECHA: AGOSTO-2024

ESCALA: INDICADAS

PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS
PLANTA

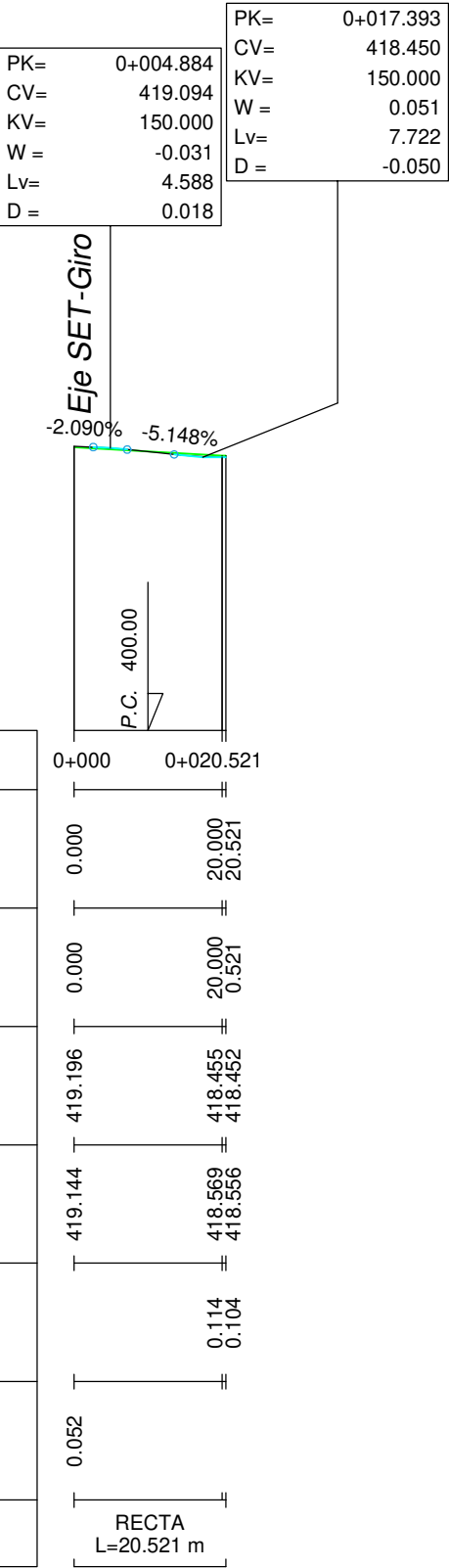
PLANO Nº: 04

HOJA: 3 DE 5

EH:1/1000
EV:1/500

Entrada SET

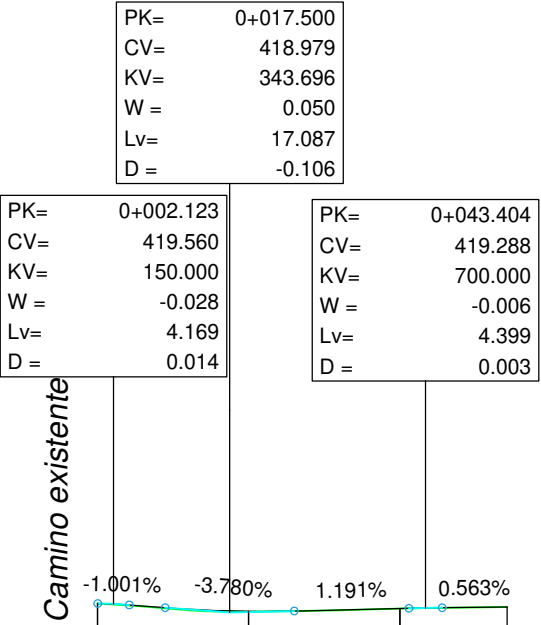
P.K.	
DISTANCIAS	AL ORIGEN
	PARCIALES
ORDENADAS	RASANTE
	TERRENO
COTAS ROJAS	DESMONTE
	TERRAPLEN
CURVATURA	



EH:1/1000
EV:1/500

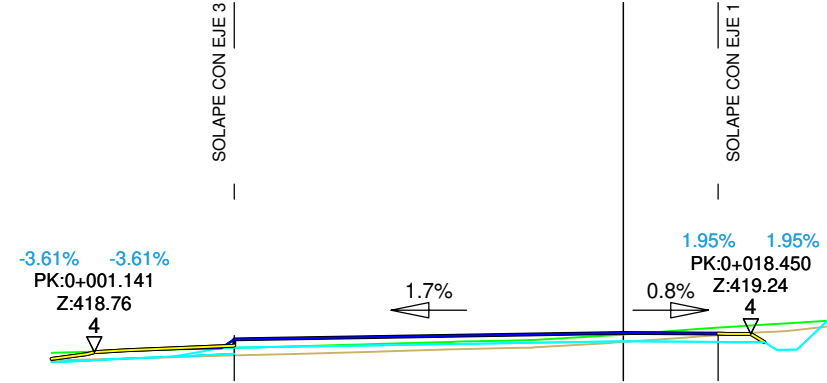
Eje SET-Giro

P.K.		0+000				0+054.210			
DISTANCIAS	AL ORIGEN		0.000	20.000	40.000	54.210	0.000	20.000	40.000
	PARCIALES		0.000	20.000	20.000	14.210	0.000	20.000	20.000
ORDENADAS	RASANTE		419.582	419.062	419.247	419.349	419.580	419.031	419.237
	TERRENO		419.580	419.031	419.237	419.349	419.580	419.031	419.237
COTAS ROJAS	DESMONTE								
	TERRAPLEN		0.002	0.031	0.011	0.000	0.002	0.031	0.011
CURVATURA		RECTA L=54.210 m							



Z.Terreno=419.58

S. ZA = 2.89 m2.



Ras 419.264
Z.Terreno=419.22

S. ZA = 2.89 m2.
S. FIRME = 2.82 m2.
S. VEGETAL = 2.56 m2.
S. TERRAPLEN = 1.48 m2.
S. D_TIERRA = 0.20 m2.

TOTALES	
Volumen de Desmorte	35.9 m³
Volumen de Terraplén	37 m³
Volumen de Vegetal	97.9 m³
Diferencia (Desmorte - Terraplén)	-1.15 m³
Volumen de Firme	87.1 m³
Espesor de Firme	0.22 m³



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS
PLANTA

FECHA: AGOSTO-2024

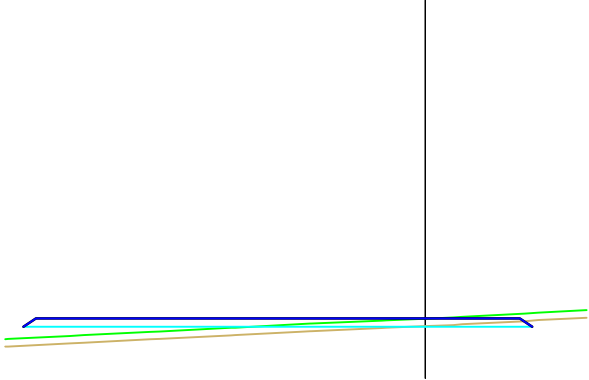
ESCALA: INDICADAS

PLANO N°: 04

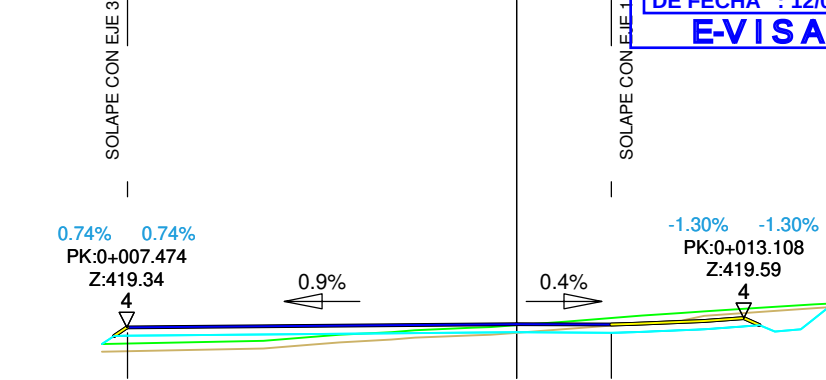
HOJA: 4 DE 5

E: 1/400

PK=0+000



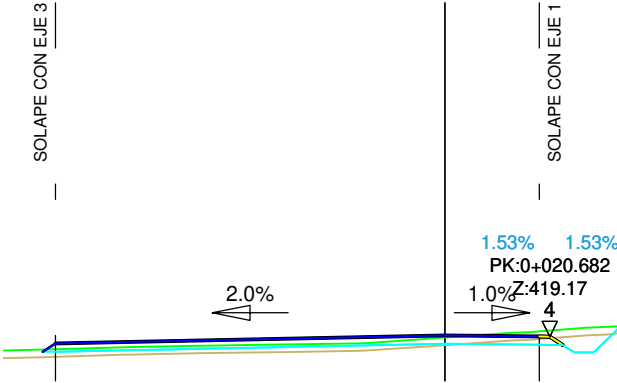
PK=0+005.390



Ras 419.437
Z.Terreno=419.41

S. ZA = 2.89 m2.
S. FIRME = 2.82 m2.
S. VEGETAL = 2.56 m2.
S. TERRAPLEN = 2.53 m2.
S. D_TIERRA = 0.22 m2.

PK=0+012.150

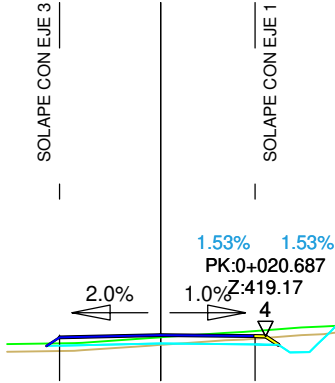


Ras 419.196
Z.Terreno=419.14

S. ZA = 2.89 m2.
S. FIRME = 2.82 m2.
S. VEGETAL = 2.56 m2.
S. TERRAPLEN = 1.23 m2.
S. D_TIERRA = 0.17 m2.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº Colegiado.: 0002207
DAVID GAVIN ASSO
VISADO N° : VD03469-24A
DE FECHA : 12/08/2024
E-VISADO

Pk=0+012.155

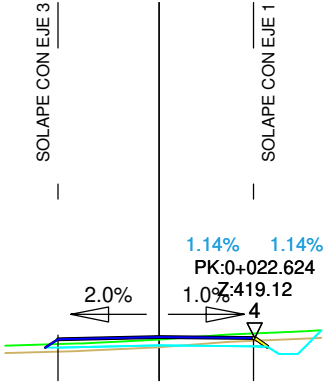


Ras 419.196
Z.Terreno=419.14

S. ZA = 1.21 m2.
S. FIRME = 1.14 m2.
S. VEGETAL = 1.04 m2.
S. TERRAPLEN = 0.27 m2.
S. D_TIERRA = 0.17 m2.

Ras 419.147
Z.Terreno=419.08

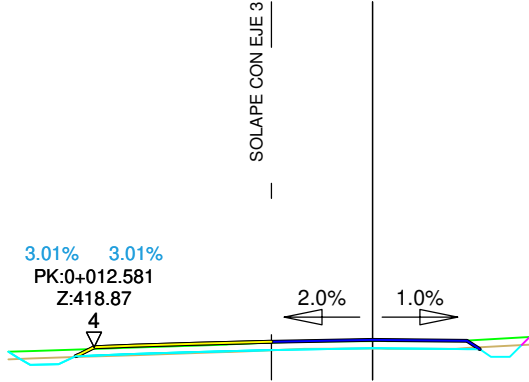
Pk=0+014.074



S. ZA = 1.21 m2.
S. FIRME = 1.14 m2.
S. VEGETAL = 1.03 m2.
S. TERRAPLEN = 0.23 m2.
S. D_TIERRA = 0.16 m2.

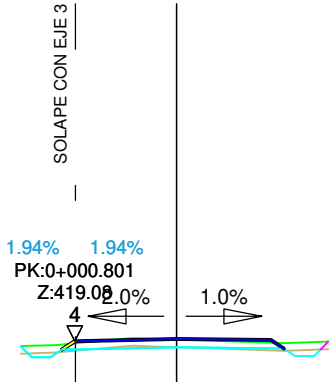
Ras 419.062
Z.Terreno=419.03

Pk=0+020



S. ZA = 1.21 m2.
S. FIRME = 1.18 m2.
S. VEGETAL = 1.35 m2.
S. TERRAPLEN = 0.02 m2.
S. D_TIERRA = 0.27 m2.

Pk=0+030.519

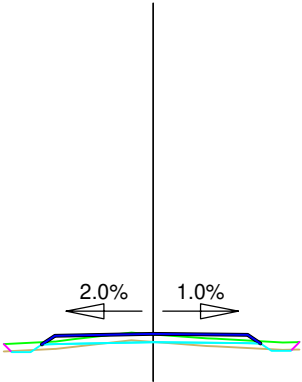


Ras 419.134
Z.Terreno=419.12

S. ZA = 1.21 m2.
S. FIRME = 1.18 m2.
S. VEGETAL = 1.32 m2.
S. TERRAPLEN = 0.08 m2.
S. D_TIERRA = 0.19 m2.

Ras 419.247
Z.Terreno=419.24

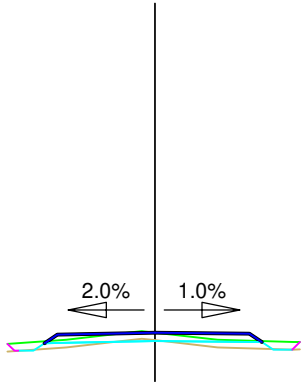
Pk=0+040



S. ZA = 1.20 m2.
S. FIRME = 1.20 m2.
S. VEGETAL = 1.53 m2.
S. TERRAPLEN = 0.38 m2.
S. D_TIERRA = 0.08 m2.

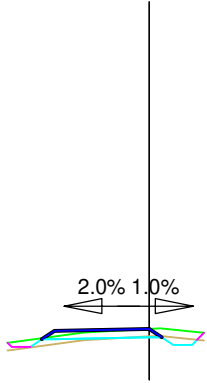
Ras 419.289
Z.Terreno=419.29

Pk=0+043.912



S. ZA = 1.19 m2.
S. FIRME = 1.19 m2.
S. VEGETAL = 1.51 m2.
S. TERRAPLEN = 0.50 m2.
S. D_TIERRA = 0.05 m2.

Pk=0+054.210



Ras 419.349
Z.Terreno=419.35

S. ZA = 0.62 m2.
S. FIRME = 0.62 m2.
S. VEGETAL = 0.98 m2.
S. TERRAPLEN = 0.17 m2.
S. D_TIERRA = 0.15 m2.

TOTALES	
Volumen de Desmote	35.9 m³
Volumen de Terraplén	37 m³
Volumen de Vegetal	97.9 m³
Diferencia (Desmote - Terraplén)	-1.15 m³
Volumen de Firme	87.1 m³
Espesor de Firme	0.22 m³



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO: MOVIMIENTO DE TIERRAS
PLANTA

FECHA: AGOSTO-2024

ESCALA: INDICADAS

PLANO N°: 04

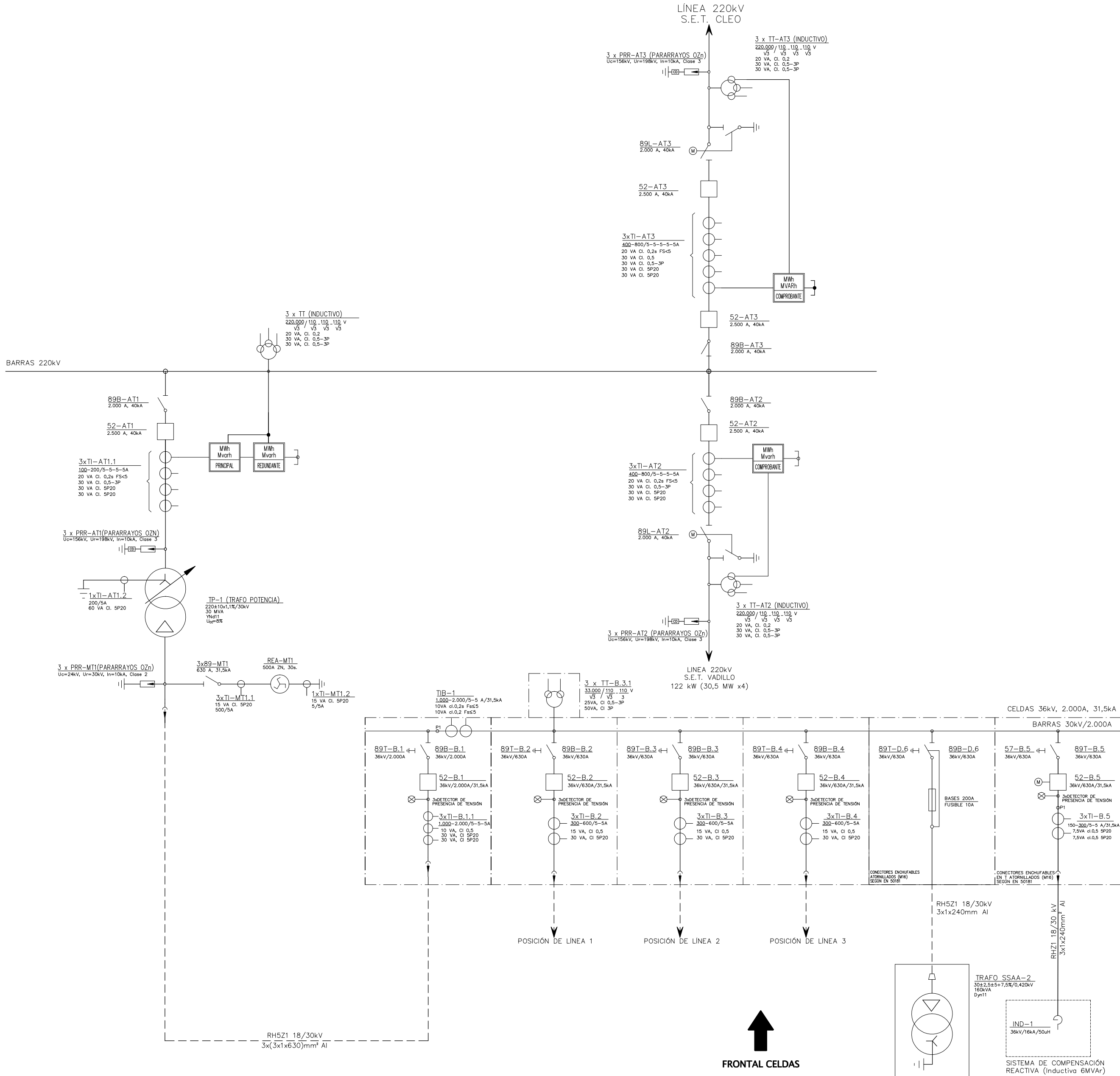
HOJA: 5 DE 5

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 0002207
DAVID GAVIN ASSO

VISADO Nº. : VD03469-24A
DE FECHA : 12/08/2024

E-VISADO



PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTREBIAS I-II (220/30 kV) EN EL T.M. DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO: UNIFILAR SIMPLIFICADO Y DE MEDIDA SET CONTREBIAS

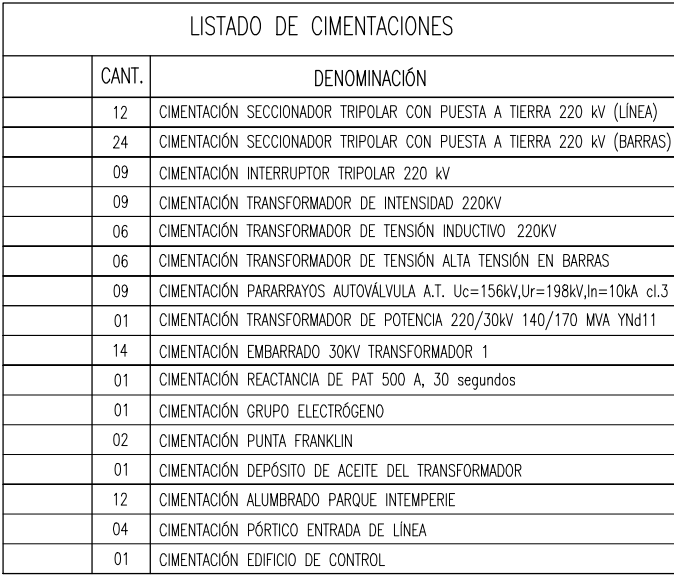
FECHA: AGOSTO-2024

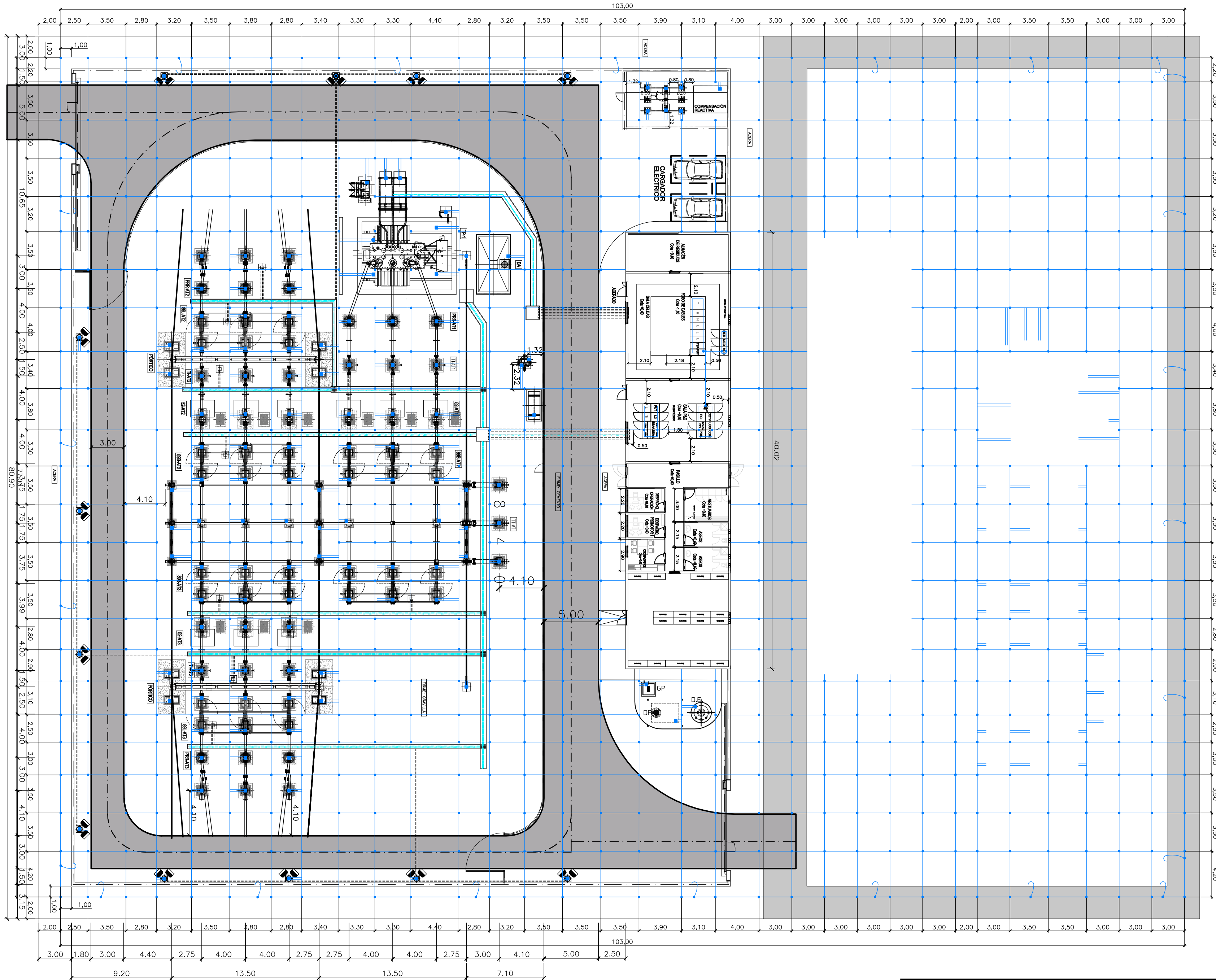
ESCALA: 5/E

PLANO Nº: 05

HOJA: 1 DE 1







LISTADO DE APARATURA		
MARCA	CANT.	DENOMINACIÓN
89L	02	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA 220 kV 2.000A, 40kA
89B	04	SECCIONADOR TRIPOLAR DE BARRAS CON PUESTA A TIERRA 220 kV 2.000A, 40kA
52	03	INTERRUPTOR TRIPOLAR 220 kV 2.500A, 40kA
TI	09	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 220 kV
TT	06	TRANSFORMADOR DE TENSION INDUCTIVO 220.000 / $\sqrt{3}$:110/ $\sqrt{3}$:110/ $\sqrt{3}$:110/3 V
TT-AT	03	TRANSFORMADOR DE TENSION ALTA TENSION EN BARRAS
PRR-AT	09	PARARRAYOS AUTOVALVULAS A.T. Uc=156kV,Ur=198kV,Ir=10kA cl.3
PRR-MT	03	PARARRAYOS AUTOVALVULAS M.T. Uc=244kV,Ur=30kV,Ir=10kA cl.2

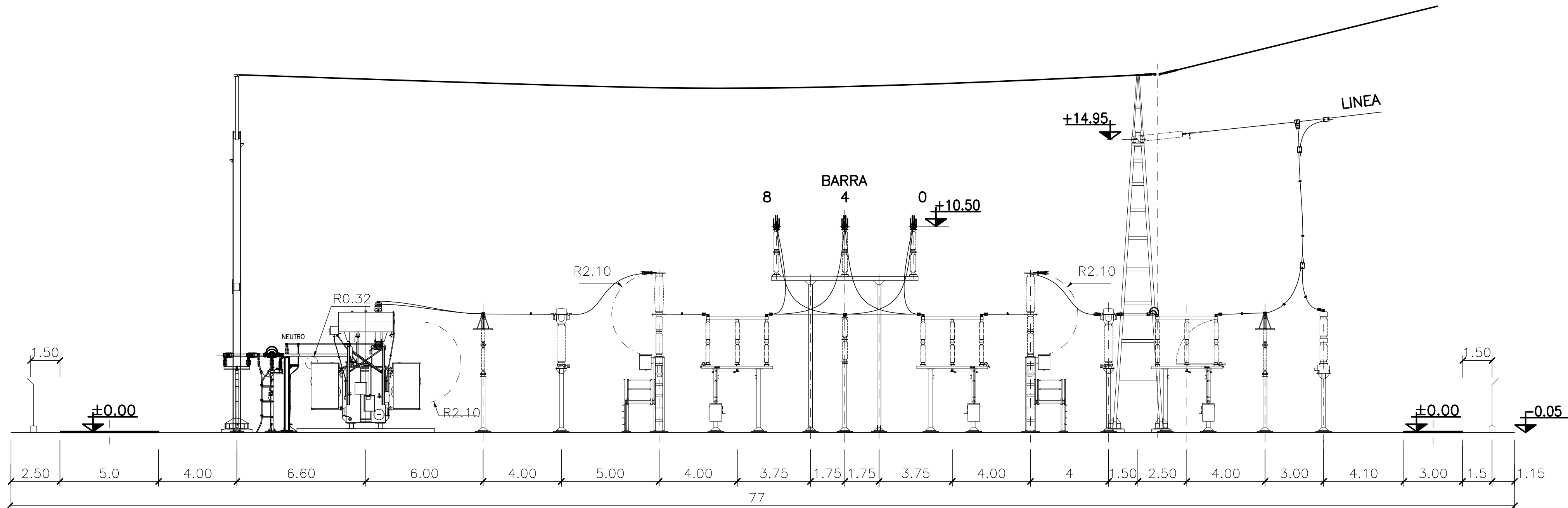
NOTAS:
1.- CABLE DE LA MALLA ENTERRADO A 0.80m POR DEBAJO DE LA COTA DE EXPLANACIÓN.
2.- GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO, SE APLICARÁN CADA 20m. APROXIMADAMENTE.
3.- SE COLOCARÁ GRAVILLA EN UN ANCHO DE 1m. EN TODO EL PERIMETRO DEL EXTERIOR DE LA SUBESTACIÓN

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
—	CABLE DE COBRE DESNUDO 120 mm ² DE SECCIÓN	4.835 m
■	GRAPA DE ENLACE PARA 4 O 2 CABLES DE 120 mm ² A ESTRUCTURA CON DOS TORNILLOS M8 SEPARADOS 40 mm	163 UNDS.
●	CRUCE DE CABLES DE Cu DE 120 mm ² , SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA (CADWELL)	753 UNDS.
⌋	GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO #150 mm y CABLE DE Cu DE 120 mm ²	23 UNDS.
⚡	TERMINAL DE PRESIÓN PARA CABLE Cu DESNUDO 120 mm ² Y TORNILLO M10 (P. o T. PUERTAS ENTRADA)	2 UNDS.

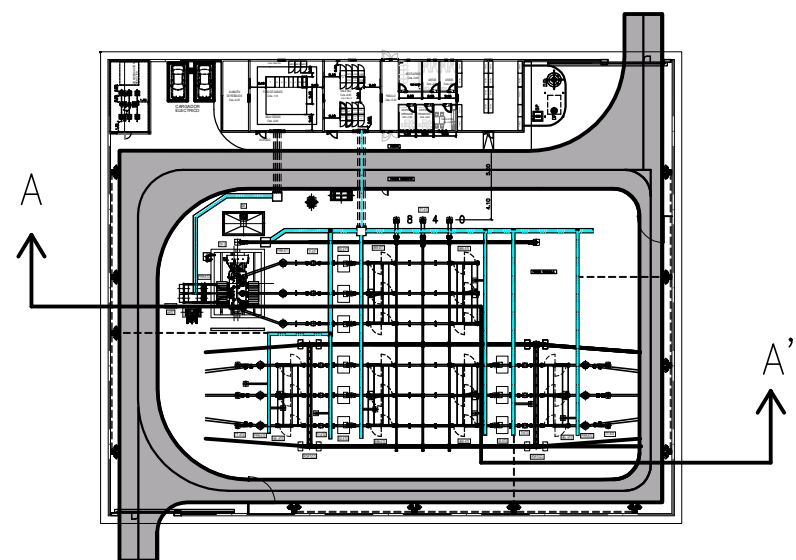
LISTADO DE APARATURA		
MARCA	CANT.	DENOMINACIÓN
TP-1	01	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30kV 140/170 MVA YNdt1
REA-MT	01	REACTANCIA DE PAT 500 A, 30 segundos
89T2	03	SECCIONADOR UNIPOLAR M.T. 36 kV 630 A 25 kA
TOR	04	TRANSFORMADOR INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5 A
DA	01	DEPÓSITO DE ACEITE
BC	03	BATERIA DE CONDENSADORES
GE	01	GRUPO ELECTROGENO



PROYECTO:		SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTREBIAS I-II (220/30 kV) EN EL T.M. DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)		FECHA:	AGOSTO-2024
PLANO:		RED DE TIERRAS PLANTA		ESCALA:	1:250
				PLANO Nº:	08
				HOJA:	1 DE 1



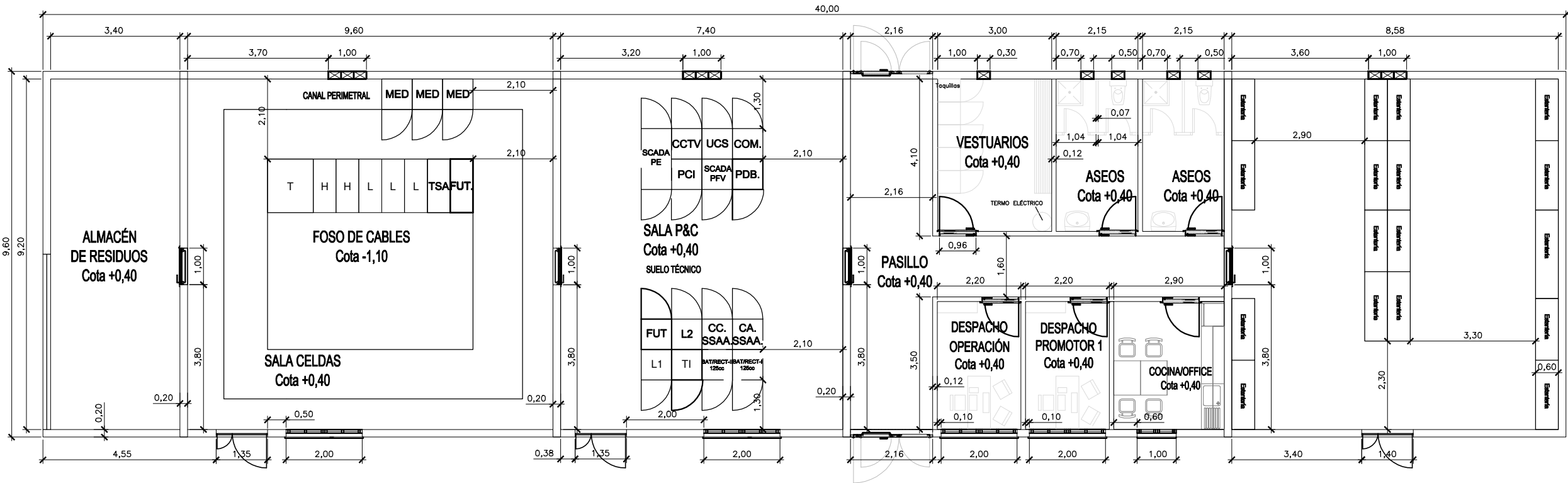
SECCION A-A'
220kV



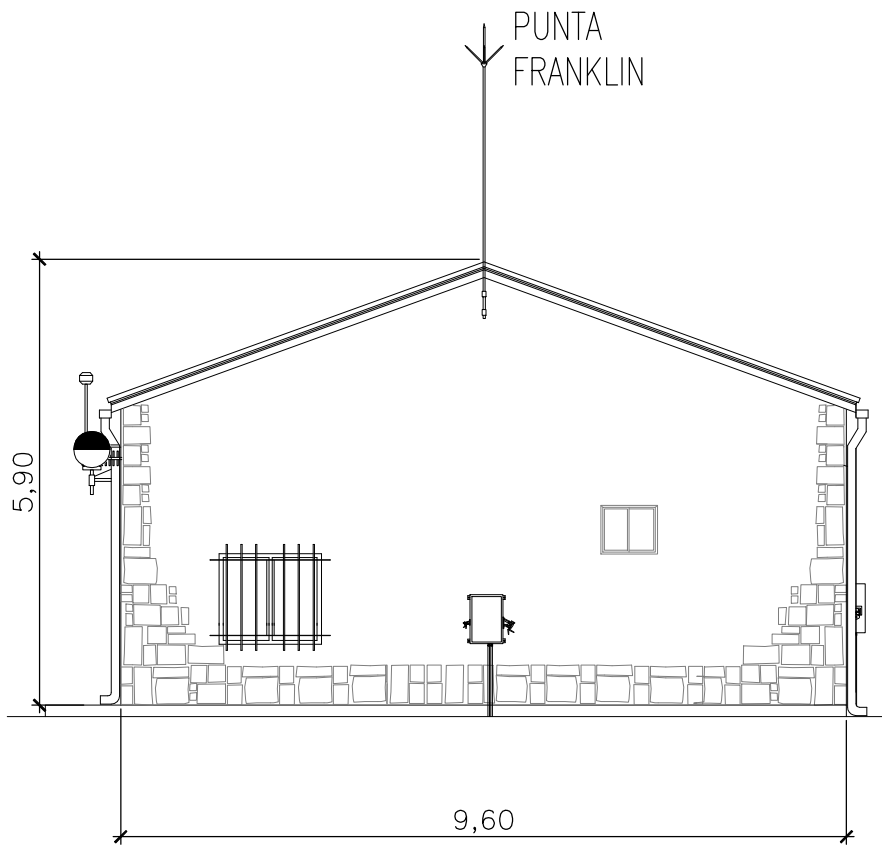
PLANTA



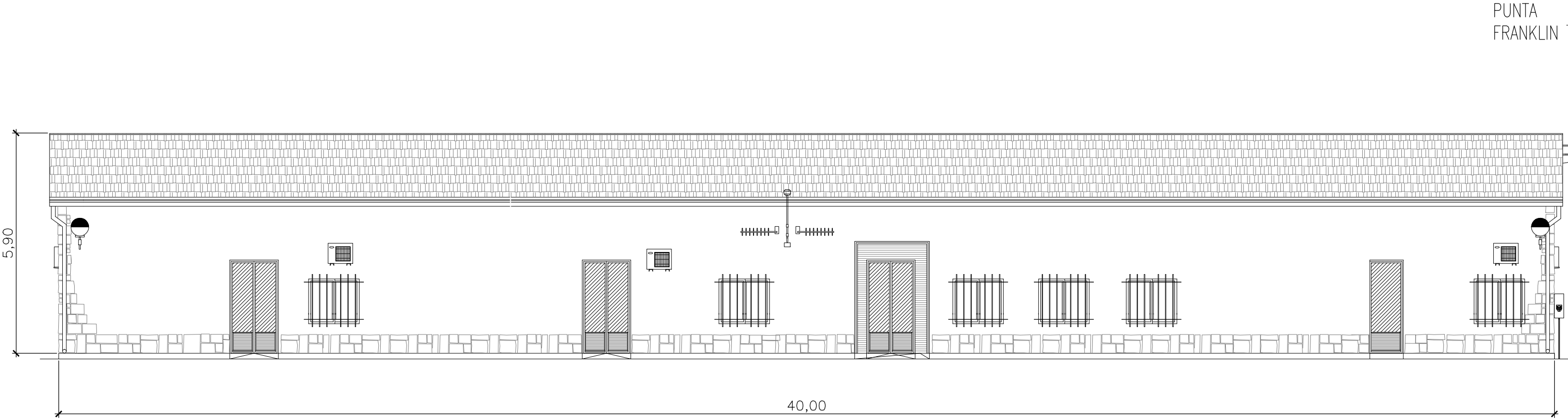
PROYECTO: SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTREBIAS I-II (220/30 kV) EN EL T.M. DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)		FECHA: AGOSTO-2024
PLANO: SECCIÓN LONGITUDINAL SUBESTACIÓN		ESCALA: 1:150
		PLANO Nº: 09
		HOJA: 1 DE 1



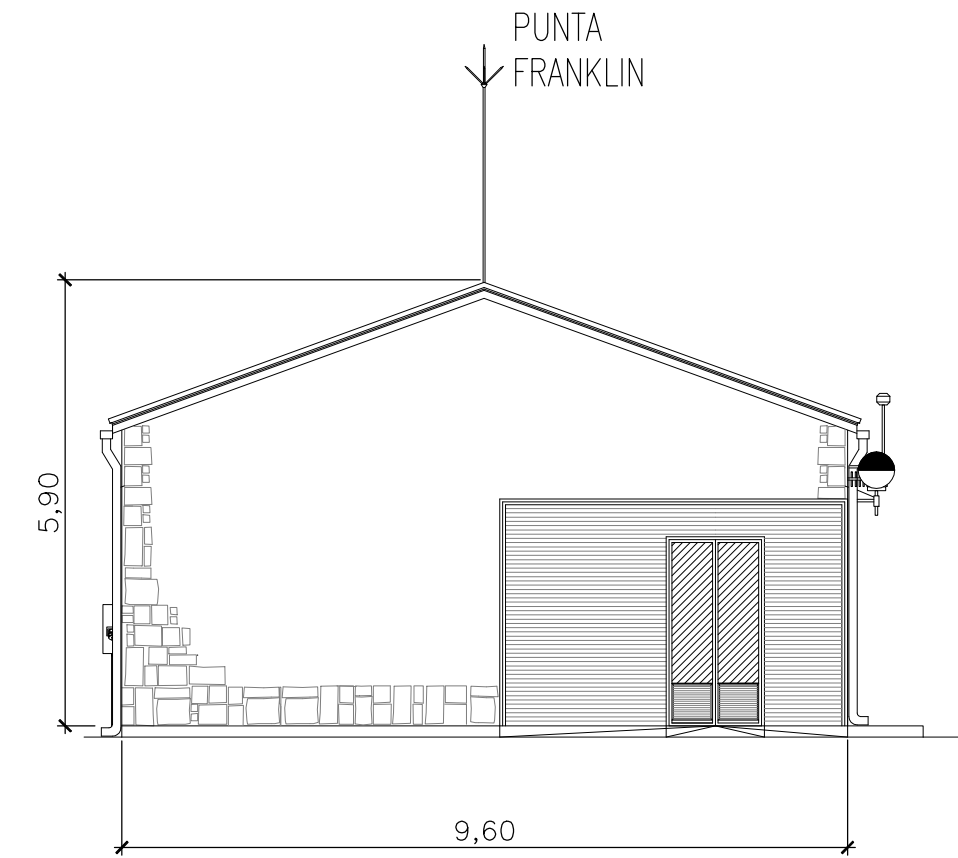
 	
PROYECTO:	SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTREBIAS I-II (220/30kV) EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)
	FECHA: AGOSTO-2024
PLANO:	PLANTA EDIFICIO DE CELDAS, CONTROL Y OPERACIÓN DISPOSICIÓN DE EQUIPOS
	ESCALA: 1:125
PLANO Nº: 10	
HOJA: 1 DE 1	



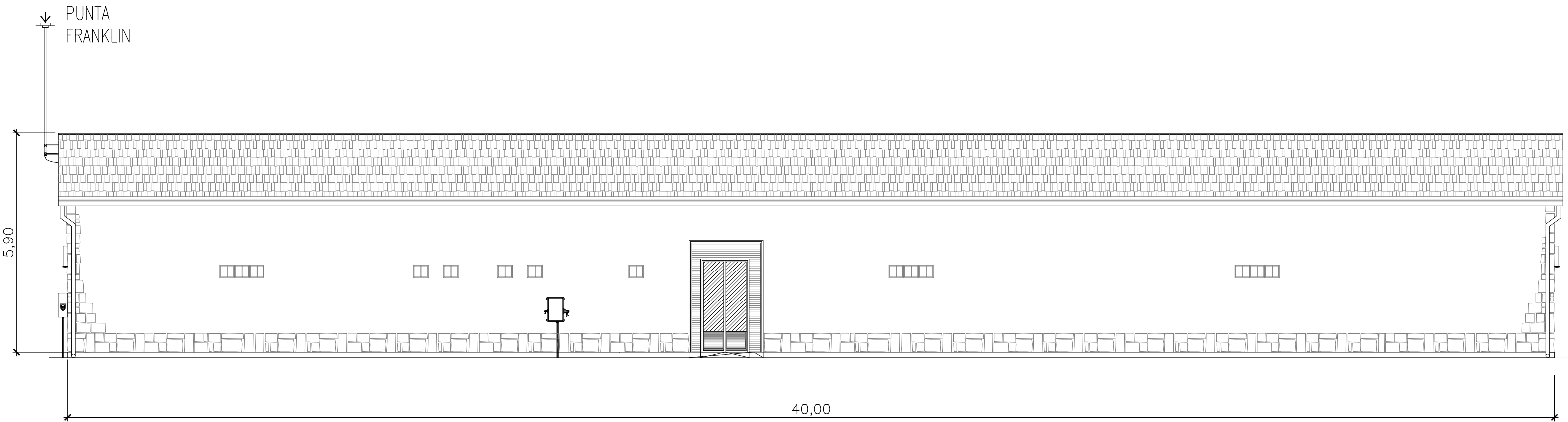
FACHADA LATERAL DERECHA



FACHADA PRINCIPAL

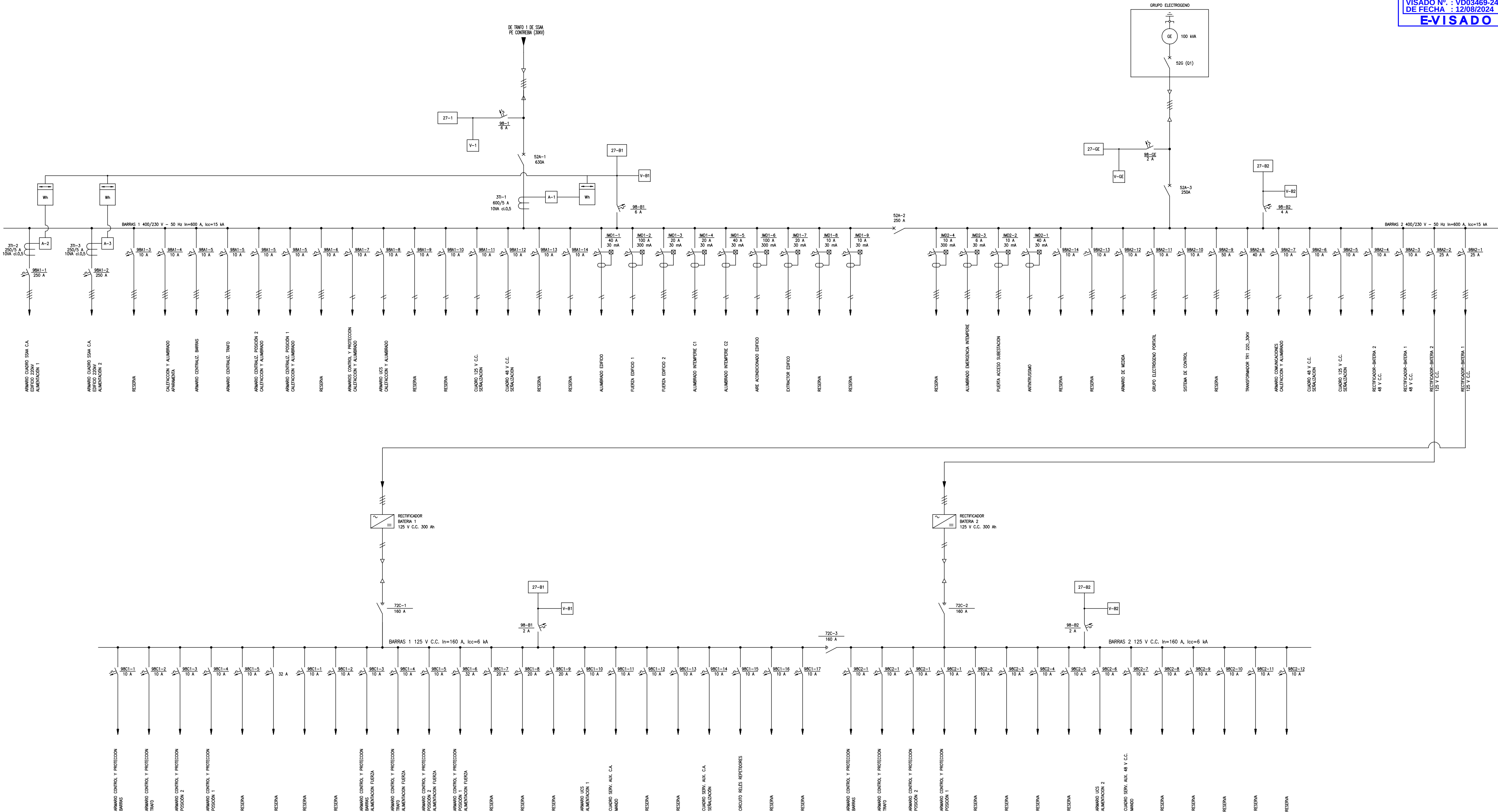


FACHADA LATERAL IZQUIERDA



FACHADA POSTERIOR

			
PROYECTO:		FECHA:	
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		AGOSTO-2024	
CONTREBIAS I-II (220/30 kV)		ESCALA:	
EN EL T.M. DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)		1:100	
PLANO:		PLANO Nº:	
EDIFICIO DE CELDAS, CONTROL Y OPERACIÓN		11	
ALZADO		HOJA:	
		1 DE 1	



NOTA:
LOS CALIBRES Y DESIGNACIÓN DE LOS INTERRUPTORES SERÁN CONFIRMADOS POR LA EMPRESA ADJUDICATARIA.

			
PROYECTO:		SUBESTACIÓN ELÉCTRICA CONTREBIAS I-II (220/30 kV) EN EL T.M. DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)	
PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR DE SSAA	
		FECHA:	AGOSTO-2024
		ESCALA:	S/E
		PLANO Nº:	12
		HOJA:	1 DE 1

RC:50099A02000033

RC:50099A02000031

RC:50099A02000025

RC:50099A02000155

RC:50099A02000032

RC:50099A02000154

RC:50099A02001319

RC:50099A02000036

RC:50099A02000153

AFECCIONES A PARCELAS

VIAL DE ACCESO

S.E. "CONTREBIAS I-II"

CÓDIGO DE PROYECTO	TIPO	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUB PARCELA	USO DEL SUELO	NOMBRE DEL MUNICIPIO	SUPERFICIES EVENTUALES DURANTE FASE CONSTRUCCIÓN	LONGITUD DE LOS VIALES (m)	SUPERFICIE TOTAL DE LOS VIALES	SUPERFICIE DE VIALES DEFINITIVOS	SUPERFICIE DE LA SUBESTACIÓN	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN DEFINITIVA	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TEMPORAL	SUPERFICIE TOTAL DE LA SUBPARCELA (m²)	SUPERFICIE TOTAL DE LA PARCELA (m²)	CÓDIGO MUNICIPAL	ORDEN
SETCT1	SET	50099A02000033	20	33	0	LABOR O LA BRADÍO SECANO	ÉPILA	2.145,83	71,62	715,08	715,08	10.201,10	10.916,18	2.145,83	23.528,00	23.528,00	50.099,00	1

LEYENDA:

- LÍMITE DE PARCELA
- L.A.A.T 220 kV S.E.T CONTREBIAS - SET CLEO
- VIAL DE ACCESO A S.E.T
- SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TEMPORAL

RC:50099A02000152

RC:50099A02000150

RC:50099A02000034





PROYECTO:

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
CONTREBIAS I-II (220/30kV)
EN EL T.M. DE EPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA)

PLANO:

PLANTA RBDA

FECHA:

AGOSTO-2024

ESCALA:

1:1.000

PLANO Nº:

13

HOJA:

1 DE 1



SUBESTACIÓN 220/30 kV "CONTREBIAS I-II"
Anexo I – Cálculos Justificativos

ÍNDICE

1.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS SUBESTACIÓN CONTREBIAS I-II.....	1
1.1.	TENSIONES NOMINALES Y NIVELES DE AISLAMIENTO.....	1
1.2.	DISTANCIAS DE SEGURIDAD	2
1.3.	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO.....	3
1.4.	CÁLCULO DE INTENSIDADES NOMINALES.....	5
1.4.1.	Intensidad línea de salida trifásica SET Contrebias I-II – SET Cleo.....	5
1.4.2.	Intensidad línea de salida trifásica SET Contrebias I-II – SET Vadillo.....	5
1.4.3.	Intensidad posición de trafo SET Contrebias I-II – PE Contrebia I	6
1.4.4.	Sistema de compensación	6
1.4.5.	Sistema de Servicios Auxiliares	7
1.5.	RÉGIMEN CORTOCIRCUITO	8
1.5.1.	Generalidades	8
1.5.2.	SET María Promotores	9
1.5.3.	Línea REE 220 kV SET Los Vientos – CS Los Vientos.....	9
1.5.4.	Línea 220 kV CS Los Vientos – SET Cleo	9
1.5.5.	Línea 220 kV SET Calzadas – SET Cleo.....	10
1.5.6.	Línea 220 kV SET Contrebias I-II – SET Cleo	10
1.5.7.	Transformador de potencia en S.E.T Contrebias I-II.....	10
1.5.8.	Embarrado 30kV PE Contrebia I.....	11
1.5.9.	Plantas entrantes en SET Contrebias I-II (desde SET Vadillo)	11
1.5.1.	Plantas entrantes en SET Cleo	11
1.5.2.	Potencia entrante en CS Los Vientos	11
1.5.3.	Transformador de potencia en S.E.T Calzadas.....	11
1.5.4.	Embarrado 30kV PFV Calzada III	11
1.5.5.	Embarrado 30kV PE Contrebia III.....	11
1.5.1.	Embarrado 30kV PE Hidrógeno.....	12
1.5.1.	Embarrado 30kV PE Fermio	12
1.5.2.	Cálculo de la intensidad de cortocircuito (220kV)	12
1.5.3.	Cálculo de la intensidad de cortocircuito (30kV)	14
1.6.	CÁLCULO DE CONDUCTORES	15
1.6.1.	SISTEMA DE 220 KV.....	15
1.6.2.	PUENTES TRAFOS 30 kV CON CELDAS DE SALIDA DE TRANSFORMADOR.....	16
1.6.3.	PUENTES 30 kV TRAFOS SERVICIOS AUXILIARES	17

1.7.	EFFECTO CORONA	18
1.8.	RED DE TIERRAS.....	20
1.8.1.	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	20
1.8.2.	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO	20
1.8.3.	COMPROBACIÓN DEL CONDUCTOR	22
1.8.4.	TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO	23

1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS SUBESTACIÓN CONTREBIAS I-II

1.1. TENSIONES NOMINALES Y NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada paramateriales del grupo B de acuerdo con los niveles de tensión según ITC-RAT 12, serán:

Tensión más elevada para el material (U_m) kV eficaces	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)	Tensión soportada de corta duración 50Hz, kV eficaces
245	1050	460

Los niveles de aislamiento asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada paramateriales del grupo A de acuerdo con los niveles de tensión según ITC-RAT 12, serán:

Tensión más elevada para el material (U_m) kV eficaces	Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)	Tensión soportada de corta duración 50Hz, kV eficaces
36	170	70

1.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas entre fases y fase-tierra para estos niveles de aislamiento vienen fijadas en el reglamento en la ITC-RAT 12, y son de las indicadas en la siguiente tabla:

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	Distancia mínima entre fases en el aire (mm)	Distancia mínima fase tierra en el aire (mm)
245	2.100	2.100
36	320	320

Por otra parte, en las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo, el borde superior de la base metálica de los aisladores estará situado a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm según el apartado 4.1.5 de la ITC-RAT 15.

Según el Art. 5.5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones Técnicas de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión los conductores de la línea de 220 kV que llegan a la subestación (pórtico de entrada) no deberán rematar a una altura inferior a 7,00 metros, pudiéndose obtener dicha altura de:

$$D_{220kV} = D_{add} + D_{el} = 5,3 + 1,7 = 7,0m$$

Donde:

D_{el} se indica en el apartado 5.2, en función de la tensión de diseño en kV (245 kV).

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre éstos y el cierre una distancia de 360 cm para el caso de 245kV y 182 cm para el nivel de 30kV, obteniéndose dicha distancia mediante la siguiente expresión dada por el ITC-RAT 15 apartado 4.3.1, para cerramiento compuesto por un enrejado de cuadrícula no mayor de 50x50mm de cualquier altura $K \geq 220$ cm.

$$G=d+150 \text{ (d = 210 cm) = 360 cm (220kV)}$$

$$G=d+150 \text{ (d = 32 cm) = 182 cm (30kV)}$$

En el apartado de planos puede verse la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, así como las distancias adoptadas en el diseño.

1.3. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, así como calcular la distancia, medida a lo largo de las conexiones, que protegen dichos pararrayos comprobando así su correcto funcionamiento.

Los pararrayos elegidos son de ZnO por lo que, para su elección, se tiene en cuenta las consideracionestécnicas siguientes:

- 1º Determinar la máxima tensión de operación del sistema. Para ello se utilizará la curva MCOV(Maximun Continuous Operating Voltage) de los pararrayos.
- 2º Considerar las sobretensiones temporales de onda 50 Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra,cortocircuitos, etc.)
- 3º Elegir el tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los dos puntos anteriores.
- 4º Verificar la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección del pararrayos.

En los epígrafes siguientes se comprueba adecuación de los pararrayos elegidos para los dos nivelesprincipales de tensión.

Tensión más elevada de la red: 245 kV

BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 1.050 kV

Conexión del neutro: Neutro rígido a tierra

$$1^{\circ} \quad U_{\max} = 245 \text{ kV} \quad ; \quad U_{\text{simple}} = \frac{245}{\sqrt{3}} = 141,45 \text{ kV}$$

En la gráfica que da el fabricante se observa que los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal (U_r) durante tiempo indefinido.

$$U_1 = \frac{141,45}{0,8} = 176,81 \text{ kV}$$

Lo cual indica que el pararrayos de 176,81 kV puede soportar continuamente 141,45 kV sin descargar.

2º Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1'4 de la tensión simple máxima y admitiendo un tiempo de despeje de la falta de 2 segundos tendremos:

$$U_2 = \frac{U_{\max} \cdot 1,4}{K_t} = \frac{141,45 \cdot 1,4}{1} = 198 \text{ kV}$$

Donde K_t es la capacidad del pararrayos contra sobretensiones temporales, el cual depende del tiempo de duración de la sobretensión y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = \frac{1}{\left(\frac{t}{10}\right)^{0,02}}$$

Siendo "t" el tiempo de duración de la sobretensión dado en segundos.

3º Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior ala mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U_1 y U_2), en este caso 198 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de uncortocircuito. En este caso "Station type" de 10 kA, clase 3.

4º La tensión residual de un pararrayos de $U_r=198\text{kV}$ es 466kV.

$$\left(\frac{BIL}{\text{Tensión residual}}\right) \geq 1,4 \rightarrow \frac{1.050}{466} = 2,25 \geq 1,4$$

Por consiguiente, cumple la coordinación de seguridad exigida.

Tensión más elevada de la red: 36 kV

BIL (Basic Impulse Insulation Level) de los aparatos: 170 kV

Conexión del neutro: Neutro a tierra a través de reactancia.

$$1^\circ \quad U_{\max} = 36 \text{ kV} \quad ; \quad U_{\text{simple}} = \frac{36}{\sqrt{3}} = 20,78 \text{ kV}$$

En la gráfica que da el fabricante se observa que los pararrayos pueden soportar sobretensiones de 0,8 veces su valor nominal (U_r) durante tiempo indefinido.

$$U_1 = \frac{20,78}{0,8} = 25,98 \text{ kV}$$

Lo cual indica que el pararrayos de 25,95 kV puede soportar continuamente 20,78 kV sin descargar.

2º Aplicando el coeficiente de defecto a tierra que es 1'4 de la tensión simple máxima y admitiendo unt tiempo de despeje de la falta de 2 segundos tendremos:

$$U_2 = \frac{U_{\max} \cdot 1,4}{K_t} = \frac{20,78 \cdot 1,4}{1,033} = 28,17 \text{ kV}$$

Donde K_t es la capacidad del pararrayos contra sobretensiones temporales, el cual depende del tiempo de duración de la sobretensión y se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$K_t = \frac{1}{\left(\frac{t}{10}\right)^{0,02}}$$

Siendo "t" el tiempo de duración de la sobretensión dado en segundos.

3º Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior ala mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U_1 y U_2), en este caso 30 kV.

La clase se fija considerando la máxima corriente de descarga que se pueda presentar en caso de uncortocircuito. En este caso "Station type" de 10 kA, clase 2.

4º La tensión residual de un pararrayos de $U_r=30$ kV es 70,4 kV.

$$\left(\frac{BIL}{Tensión\ residual}\right) \geq 1,4 \rightarrow \frac{170}{70,4} = 2,41 \geq 1,4$$

Por consiguiente, cumple la coordinación de seguridad exigida.

1.4. CÁLCULO DE INTENSIDADES NOMINALES

1.4.1. Intensidad línea de salida trifásica SET Contrebias I-II – SET Cleo

La intensidad en la línea de salida trifásica de alta tensión a SET Cleo viene dada por la expresión:

$$I_{p_L} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{157.330}{\sqrt{3} \cdot 220} = 383,15 \text{ A}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en VA

$$S = \frac{P}{\cos\phi} = \frac{146}{0,928} = 157,33 \text{ MVA} = 157.330 \text{ kVA}$$

V_p = Tensión primaria en V

I_{p_L} = Intensidad primaria en A

1.4.2. Intensidad línea de salida trifásica SET Contrebias I-II – SET Vadillo

La intensidad en la línea de salida trifásica de alta tensión a SET Vadillo (122 MW), viene dada por la expresión:

$$I_{p_L} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{131.470}{\sqrt{3} \cdot 220} = 320,17 \text{ A}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en VA

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{122}{0,928} = 131,47 \text{ MVA} = 131.470 \text{ kVA}$$

V_p = Tensión primaria en V

I_{p_L} = Intensidad primaria en A

1.4.3. Intensidad posición de trafo SET Contrebias I-II – PE Contrebia I

La intensidad primaria en la salida del transformador trifásico TRP-1 (PE CONTREBIA) en el lado de 220kV viene dada por la expresión:

$$I_{S1_T} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{25.860}{\sqrt{3} \cdot 220} = 62,98 \text{ A}$$

Donde:

S = Potencia del transformador en VA

$$S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{24}{0,928} = 25,86 \text{ MVA} = 25.860 \text{ kVA}$$

V_s = Tensión secundaria en V

I_{S1_T} = Intensidad secundaria en A

La intensidad de la posición Trafo lado 30kV del PE Contrebia viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P_N}{\sqrt{3} \cdot V_s \cdot \cos fi} = \frac{24.000}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 0,928} = 461,88 \text{ A}$$

Donde:

P_N = Potencia nominal del Parque en W

V_s = Tensión secundaria en V

I_s = Intensidad secundaria en A

Cosfi = Factor de potencia = 0,928

1.4.4. Sistema de compensación

La intensidad en las posiciones del sistema de compensación viene dada por la expresión:

$$I_{BBCC} = \frac{P_{BBCC}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{6.000.000}{\sqrt{3} \cdot 30.000} = 115,47 \text{ A}$$

Donde:

P_{BBCC} = Potencia de sistema de compensación en VAR

V = Tensión nominal en V

I_{BBCC} = Intensidad en la posición de banco de compensación en A

1.4.5. Sistema de Servicios Auxiliares

La intensidad en las posiciones de transformadores de servicios auxiliares viene dada por la expresión:

$$I_{SSAA_30KV} = \frac{P_{SSAA}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{160.000}{\sqrt{3} \cdot 30.000} = 3,08 \text{ A}$$

$$I_{SSAA_0,42V} = \frac{P_{SSAA}}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{160.000}{\sqrt{3} \cdot 420} = 219,94 \text{ A}$$

Donde:

P_{SSAA} = Potencia aparente del transformador de servicios auxiliares en VA

V = Tensión nominal en V

I_{SSAA_30KV} = Intensidad en la posición de trafo de servicios auxiliares en 30 kV, en A

$I_{SSAA_0,42V}$ = Intensidad en la posición de trafo de servicios auxiliares en 420 V, en A

1.5. RÉGIMEN CORTOCIRCUITO

1.5.1. Generalidades

En este apartado se pretenden estimar las intensidades máximas de cortocircuito que pueden aparecer en la parte de 400 kV ó 30 kV.

Los datos obtenidos servirán determinar los esfuerzos térmicos y dinámicos a los que se verán sometidos los embarrados, la aparamenta y los restantes elementos que componen la subestación. Esta información es de especial relevancia para poder realizar la elección de los poderes de corte y de cierre de los interruptores, la intensidad de corta duración admisible por los seccionadores o los transformadores de intensidad, así como su clase de precisión.

Cálculo de Impedancias Equivalentes

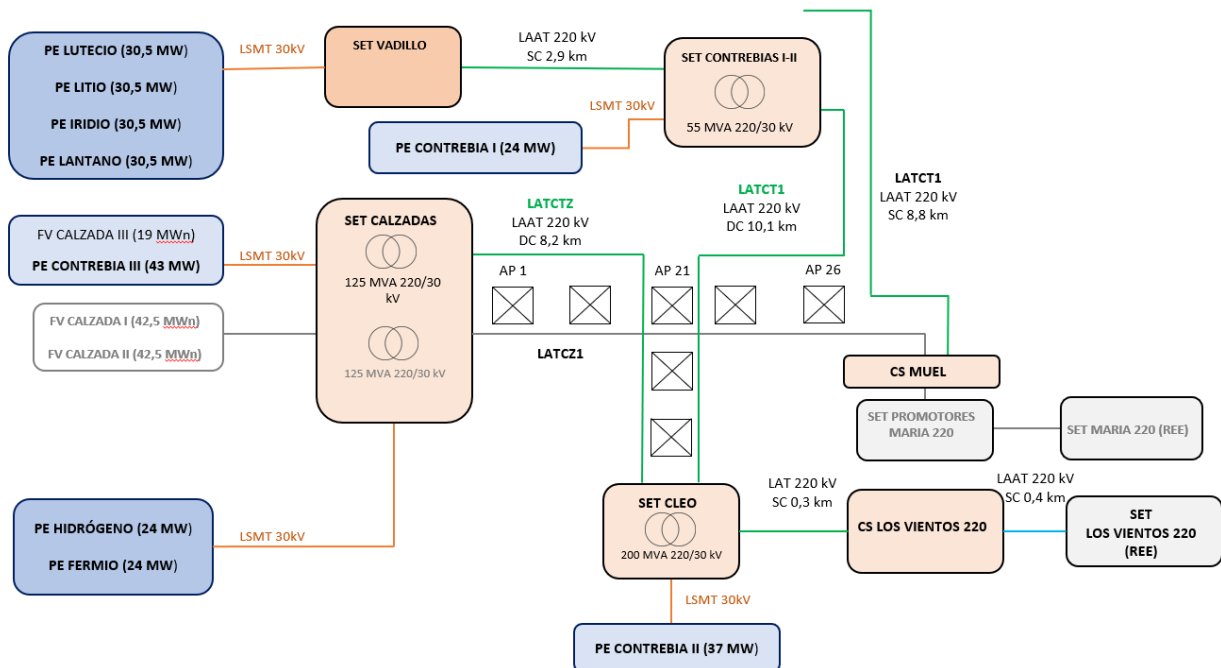
Para el cálculo de la ICC se convertirán las magnitudes eléctricas a valores por unidad (p.u.) con objeto de simplificar los cálculos.

Tomaremos como valores base los valores nominales:

$S_b = 30 \text{ MVA}$

$U_b = 220 \text{ kV}, 30 \text{ kV} (1)$

(1) En función de en qué tensión se encuentre el punto de falta, dicha tensión será la tensión base o referencia.



1.5.2. SET Los Vientos (REE)

Las principales características de la subestación Los Vientos 220kV, perteneciente a REE, consta de una Pcc de 9.907,33 MVA.

$$X_{REE} = 0,003028061$$

1.5.3. Línea REE 220 kV SET Los Vientos – CS Los Vientos

La línea aérea 220kV de REE consta de un tramo con una longitud de 0,349 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$\begin{aligned} R &= 0,0422 \Omega/km \\ X &= 0,3098 \Omega/km \\ Z &= \sqrt{R^2 + X^2} = 0,312661 \Omega/km \end{aligned}$$

Impedancia total:

$$Z = 0,312661 \cdot 0,349 = 0,10912 \Omega$$

Impedancia equivalente:

$$X_{220 REE}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = 6,76455 \cdot 10^{-5} p.u.$$

1.5.4. Línea 220 kV CS Los Vientos – SET Cleo

La línea aérea 220kV que conecta el CS Los Vientos con la SET Cleo consta de un tramo con una longitud de 0,32 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$\begin{aligned} R &= 0,0092 \Omega/km \\ X &= 0,1615 \Omega/km \\ Z &= \sqrt{R^2 + X^2} = 0,16176 \Omega/km \end{aligned}$$

Impedancia total:

$$Z = 0,16176 \cdot 0,32 = 0,05176 \Omega$$

Impedancia equivalente:

$$X_{220}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = 3,2085 \cdot 10^{-5} p.u.$$

1.5.5. Línea 220 kV SET Calzadas – SET Cleo

La línea aérea 220kV que conecta la SET Calzadas con la SET Cleo 220kV consta de un tramo con una longitud de 8,219 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$\begin{aligned} R &= 0,0786 \Omega/km \\ X &= 0,2875 \Omega/km \\ Z &= \sqrt{R^2 + X^2} = 0,29805 \Omega/km \end{aligned}$$

Impedancia total:

$$Z = 0,29805 \cdot 8,219 = 2,4489 \Omega$$

Impedancia equivalente:

$$X_{220} (p.u.) = U^2 (p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = 0,001518 p.u.$$

1.5.6. Línea 220 kV SET Contrebas I-II – SET Cleo

La línea aérea 220kV que conecta la SET Contrebas I-II con la SET Cleo 220kV consta de un tramo con una longitud de 10,1 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$\begin{aligned} R &= 0,0786 \Omega/km \\ X &= 0,2875 \Omega/km \\ Z &= \sqrt{R^2 + X^2} = 0,29805 \Omega/km \end{aligned}$$

Impedancia total:

$$Z = 0,29805 \cdot 10,1 = 3,0103 \Omega$$

Impedancia equivalente:

$$X_{220} (p.u.) = U^2 (p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = 0,001866 p.u.$$

1.5.7. Transformador de potencia en S.E.T Contrebas I-II

$S_{NTP1} = 30 \text{ MVA}$

$U_{cc1} = 8\%$

$rt = 220/30 \text{ kV}$

$$X_{TRP1} = U^2 (p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S(MVA)} = 0,08 p.u.$$

1.5.8. Embarrado 30kV PE Contrebia I

$P_{30_PE} = 24 \text{ MW}$
 $P_{cc} = 28,8 \text{ MVA}$
 $X_{30_PE} = 1,04167$

1.5.9. Plantas entrantes en SET Contrebias I-II (desde SET Vadillo)

$P_{30_PE} = 122 \text{ MW}$
 $P_{cc} = 146,4 \text{ MVA}$
 $X_{C-I-II} = 0,2049$

1.5.1. Plantas entrantes en SET Cleo

$P_{30_PE} = 37 \text{ MW}$
 $P_{cc} = 44,4 \text{ MVA}$
 $X_{CLEO} = 0,6756756$

1.5.2. Potencia entrante en CS Los Vientos

$P = 728,5 \text{ MW}$
 $P_{cc} = 874,2 \text{ MVA}$
 $X_{VIENTOS} = 0,0343171$

1.5.3. Transformador de potencia en S.E.T Calzadas

$S_{NTP2} = 125 \text{ MVA}$
 $U_{cc2} = 12\%$
 $r_t = 220/30 \text{ kV}$

$$X_{TRP2} = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S(MVA)} = 0,0288 p.u.$$

1.5.4. Embarrado 30kV PFV Calzada III

$P_{30_PFV} = 19 \text{ MW}$
 $P_{cc} = 22,8 \text{ MVA}$
 $X_{30_PFV} = 1,3158$

1.5.5. Embarrado 30kV PE Contrebia III

$P_{30_PFV} = 43 \text{ MW}$
 $P_{cc} = 51,6 \text{ MVA}$
 $X_{30_PFV} = 0,5814$

1.5.1. Embarrado 30kV PE Hidrógeno

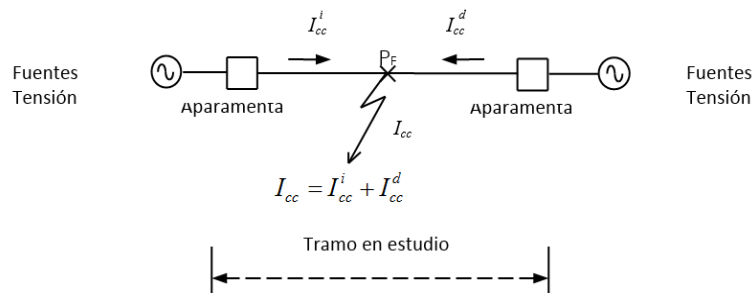
$$\begin{aligned} P_{30_PFV} &= 24 \text{ MW} \\ P_{cc} &= 28,8 \text{ MVA} \\ X_{30_PFV} &= 1,0417 \end{aligned}$$

1.5.1. Embarrado 30kV PE Fermio

$$\begin{aligned} P_{30_PFV} &= 24 \text{ MW} \\ P_{cc} &= 28,8 \text{ MVA} \\ X_{30_PFV} &= 1,0417 \end{aligned}$$

1.5.2. Cálculo de la intensidad de cortocircuito (220kV)

Teniendo en cuenta los datos anteriores, se realiza el cálculo de la I_{cc} que soportaría en caso de falta en el punto situado en la SET Contrebias.



Por una parte, se obtiene el equivalente procedente de la SET Los Vientos (REE) y la línea que conecta con el CS Los Vientos.

$$Z_{EQ1} = Z_{REE} + Z_{LAAT} = 0,003028 + 6,76455 \cdot 10^{-5} = 0,0030956 \text{ p.u.}$$

Por otra parte, se realiza el equivalente correspondiente entre el paralelo de la potencia procedente de REE y la potencia entrante de los parques a CS Los Vientos. A todo ello, se le suma el equivalente a la LAAT que conecta el CS Los Vientos con la SET Cleo.

$$Z_{CSLV} = (Z_{EQ1} // Z_{PEnt}) = 0,00284$$

$$Z_{EQ2} = Z_{CSLV} + Z_{LAAT} = 0,00287163$$

A continuación, se realiza el equivalente en SET Cleo mediante el paralelo entre la potencia proveniente de CS Los Vientos (Z_{EQ2}), la de los parques entrantes (PE Contrebia II) y la potencia que llega desde la SET Calzadas. A todo ello, se le suma el equivalente a la LAAT que conecta la SET Cleo con la SET Contrebias I.

Para el cálculo del equivalente en la SET Calzadas, se realiza el paralelo entre los cuatro parques que entran en esta. A ello, se le suma el equivalente correspondiente con el trafo de la SET y la LAAT que conecta la SET Calzadas con la SET Cleo.

$$Z_{CALZ} = (Z_{CALZIII} // Z_{CONTIII} // Z_{HIDR} // Z_{FERM}) = 0,227273$$

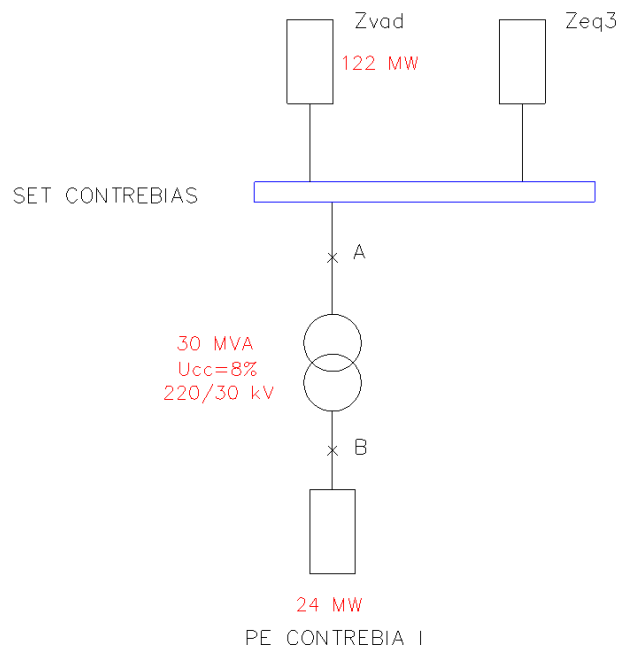
$$Z_{EQ3} = Z_{CALZ} + Z_{TRP} + Z_{LAAT} = 0,2576 \text{ p.u.}$$

A continuación, se realiza el equivalente en la SET Cleo y se suma el correspondiente a la LAAT que conecta la SET Cleo con la SET Contrebias I-II.

$$Z_{CLEO} = (Z_{EQ2} // Z_{EQ3} // Z_{PEnt}) = 0,0028281$$

$$Z_{EQ3} = Z_{CLEO} + Z_{LAAT} = 0,004694 \text{ p.u.}$$

Se procede a calcular la impedancia equivalente a ambos niveles de tensión, 30 y 220kV.



Se calcula, para el punto de estudio en 220kV, el paralelo entre Z_{EQ3} y la potencia que entra en la SET Contrebias I-II, procedente de la SET Vadillo. Por otra parte, se obtiene el equivalente resultante de la potencia perteneciente al PE Contrebia I y su correspondiente transformador.

$$Z_{EQ4} = (Z_{EQ3} // Z_{VAD}) = 0,00459$$

$$Z_{PEnt} = Z_{CONT-I} + Z_{TRP} = 1,12167 \text{ p.u.}$$

A continuación, se realiza el paralelo entre ambos resultados para el cálculo de la impedancia en 220Kv (Z_A).

$$Z_A = (Z_{EQ4} // Z_{PEnt}) = 0,00457$$

Para el punto de estudio en 30kV, se obtiene el equivalente (Z_B) mediante la suma de Z_{EQ3} y el trafo, en paralelo con el equivalente del parque Contrebia I.

$$Z_{EQ5} = Z_{EQ4} + Z_{TRP} = 0,08459 \text{ p.u.}$$

$$Z_B = (Z_{EQ5} // Z_{CONT-I}) = 0,078235$$

Con lo cual se puede calcular la corriente de cortocircuito instantánea en la parte de 220kV y 30kV:

$$S_1(MVA) = \frac{S_b(MVA)}{Z_A(p.u.)} = \frac{30}{0,00457} = 6.564,31 \text{ MVA}$$

$$I_1(kA) = \frac{S_1(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{6.564,31}{\sqrt{3} \cdot 220} = 17,226 \text{ kA}$$

$$S_2(MVA) = \frac{S_b(MVA)}{Z_B(p.u.)} = \frac{30}{0,006413} = 383,456 \text{ MVA}$$

$$I_2(kA) = \frac{S_2(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{383,456}{\sqrt{3} \cdot 30} = 7,3796 \text{ kA}$$

La aparamenta de 220 kV tienen una resistencia a corrientes de corta duración de 50 kA, por lo que el sistema se considera correctamente dimensionado. Por su parte, la aparamenta de 30kV, tiene una resistencia a corrientes de corta duración de 25 kA, por lo que el sistema también se considera correctamente dimensionado.

1.5.3. Cálculo de la intensidad de cortocircuito (30kV)

En el caso de 30kV y teniendo en cuenta los valores anteriores, se obtendría la siguiente impedancia equivalente:

$$Z_2 = Z_{PE} // Z_{EQ}$$

Siendo Z_{EQ} el paralelo de la impedancia calculada procedente del CS Campo de Muel (Z_{EQ3}) y la impedancia del resto de parques, más la impedancia del trafo de la línea que conecta con el PE Contrebias.

$$\frac{1}{Z_2} = \frac{1}{1,0416} + \frac{1}{0,08645}$$

$$Z_1 = 0,079825 \text{ p.u.}$$

Con lo cual se puede calcular la corriente de cortocircuito instantánea en la salida de 30 kV:

$$S_2(MVA) = \frac{S_b(MVA)}{Z_1(p.u.)} = \frac{30}{0,079825} = 375,82 MVA$$

$$I_2(kA) = \frac{S_1(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{4.678,06}{\sqrt{3} \cdot 220} = 7,2327 kA$$

La aparamenta de 30 kV tienen una resistencia a corrientes de corta duración de 25 kA, por lo que el sistema se considera correctamente dimensionado

1.6. CÁLCULO DE CONDUCTORES

1.6.1. SISTEMA DE 220 KV

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos dentro del parque intemperie es un conductor homogéneo de aluminio tipo LA-455, de 454,0 mm² de sección y 1.521 kg/km de peso.

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente, que puede transportar ese conductor es de:

$$I_{max} = D \cdot S \cdot k$$

Donde:

D = Es la densidad de corriente admisible según la sección del cable en A/mm².

S = Sección del cable en mm².

K = Es un coeficiente que depende de la composición del cable.

En nuestro caso tenemos que:

$$D = 1,75 A/mm^2$$

$$S = 454,0 mm^2$$

$$K = 0,95$$

Por lo tanto:

$$I_{max} = 754,77 A$$

El valor calculado resulta superior a la máxima que discurre por el cable (383,15 A).

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE

La corriente de cortocircuito admisible se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{93 \cdot 454,50}{\sqrt{0,5}} = 59.777 \text{ A}$$

Siendo:

K = Coeficiente de agrupamiento, 93 para aluminio

S = Sección del conductor en mm²

t = Duración del cortocircuito en segundos

El valor calculado resulta superior al valor máximo esperado en la instalación para 220 kV que es de 10,8 kA.

1.6.2. PUENTES TRAF0 30 kV CON CELDAS DE SALIDA DE TRANSFORMADOR

Se trata de justificar la elección del tipo de conductor aislado para las salidas de las celdas de trafo 30 kV hasta las barras de media tensión del transformador.

Como las dos barras de media tensión se corresponden a Parques de igual potencia, los puentes desde el embarrado A y el B serán idénticos.

Para la conexión entre cada celda de protección del transformador de potencia (Embarrados A y B) con éste, se proyecta 1 terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de Aluminio 630 mm², instalados en contacto, a una temperatura máxima de 55°C, con la mayor parte del recorrido en canal prefabricado y la parte restante, enterrado bajo tubo hormigonado.

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima admisible para cada sistema de cables resulta:

$$I_{MAX} = n \cdot I_{COND} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 3 \cdot 830 \cdot 0,84 \cdot 0,95 \cdot 1 = 662,34 \text{ A}$$

Siendo:

n = Número de conductores en paralelo

I_{cond} = Intensidad nominal del conductor en A

C₁ = Coeficiente por aumento de temperatura en canal (55°C).

C₂ = Coeficiente por agrupación de ternas.

C₃ = Coeficiente de corrección por desequilibrio de intensidades.

La corriente máxima admisible estimada por cada sistema de cables de 662,34 A resulta superior a la máxima esperada (461,88A).

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE

La intensidad de cortocircuito admisible por la configuración de cables seleccionada, considerando unaduración de 1 segundo es:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{93 \cdot 630}{\sqrt{0,5}} = 82.859 \text{ A}$$

Siendo:

K = Coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para aluminio

S = Sección del conductor en mm²

t = Duración del cortocircuito en segundos.

El valor calculado resulta superior al valor de cortocircuito máximo esperado en la red de 30 kV que es de 14,93 kA.

1.6.3. PUENTES 30 kV TRAFOS SERVICIOS AUXILIARES

Para conexión entre las celdas de protección del transformador de Servicios Auxiliares y los propios transformadores de Servicios Auxiliares se proyecta 1 terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de aluminio 240 mm², instalado al aire, en galería.

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima admisible resulta:

$$I_{MAX} = n \cdot I_{CON} \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = 1 \cdot 455 \cdot 0,84 \cdot 0,95 = 363,09 \text{ A}$$

Siendo:

I_{cond} = Intensidad nominal del conductor en A

C_1 = Coeficiente de corrección cables instalados al aire a temperatura distinta de 40°C.

La intensidad máxima admisible para 1 terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de aluminio de 240 mm², instalación al aire en canales o galería, considerando una sobreelevación de la temperatura del orden de 15°C, es de 363,09 A, muy superior a la máxima que discurre por el cable (3,08 A).

INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE

La intensidad de cortocircuito admisible por la configuración de cables seleccionada, considerando unaduración de 1 segundo es:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} = \frac{93 \cdot 240}{\sqrt{0,5}} = 31.356 \text{ A}$$

Siendo:

K = Coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para aluminio

S = Sección del conductor en mm²

t = Duración del cortocircuito en segundos

El valor calculado resulta superior al valor de cortocircuito máximo esperado en la red de 30 kV que es de 14,93 kA.

1.7. EFECTO CORONA

El efecto corona se produce cuando el conductor adquiere un potencial lo suficientemente elevado como para dar un gradiente de campo eléctrico radial igual o superior a la rigidez dieléctrica del aire.

Será interesante por lo tanto comprobar si en algún punto de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot m_T \cdot \delta \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{D}{re}$$

Donde:

UC = Tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva.

VC= Tensión simple correspondiente.

29,8 = Valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25 °C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio.

mC = Coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables).

mT = Coeficiente meteorológico (consideramos tiempo húmedo, mT = 0,8).

r = Radio del conductor en cm.

re = Radio equivalente del conductor en cm.

n = número de conductores por fase.

D = Distancia media geométrica entre fases, en cm.

δ = Factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de δ se calculará por:

$$\delta = \frac{3,921 \cdot h}{273 + \theta}$$

Donde:

h = Presión barométrica en cm de columna de mercurio.

θ = Temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere.

En caso de producirse efecto corona en alguno de los conductores se evaluarán las pérdidas producidas por efecto corona en el tramo correspondiente. Para ello utilizaremos otra fórmula desarrollada por Peek:

$$P_{\text{pérdida por fase y longitud}} = \frac{241}{\delta} \cdot (f + 25) \cdot \sqrt{\frac{r}{D}} \cdot \left[\frac{U_{me}}{\sqrt{3}} - \frac{U_c}{\sqrt{3}} \right]^2 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{\text{pérdida total}} = P_{\text{pérdida por fase y longitud}} \cdot n^{\circ} \text{fases} \cdot \text{longitud}$$

Ppérdida por fase y longitud = Pérdida por efecto corona en kW por fase y por km.

Ppérdida total = Pérdida por efecto corona total en la línea o tramo en kW.
UC = Tensión compuesta crítica eficaz en kV para la que empiezan las pérdidas por efecto corona, o sea, tensión crítica disruptiva.
Ume= Tensión máxima eficaz en kV.
r = Radio del conductor en cm.
D = Distancia media geométrica entre fases, en cm.
 δ = Factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.
f = Frecuencia de la red en Hz (50 Hz).

El valor de h es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de h de 73,62 cm (267 metros sobre el nivel del mar aproximadamente) y una temperatura media de 15 ° C.

Considerando una distancia entre fases de 5 metros la distancia media geométrica será:

$$DMG = \sqrt[3]{D_{1-2} \cdot D_{2-3} \cdot D_{1-3}} = 629,96 \text{ cm}$$

Con un radio del cable de 1,4805 cm el radio equivalente al ser doble será:

$$r_e = \sqrt[n]{r \cdot n \cdot R^{n-1}} = \sqrt[2]{1,4805 \cdot 2 \cdot 20^1} = 5,442 \text{ cm}$$

De esta forma podemos ya calcular el valor de la tensión crítica disruptiva con tiempo húmedo: (mT = coeficiente meteorológico=0,8)

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} \cdot n = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot \frac{3,921 \cdot 73,62}{273 + 15} \cdot 1,4805 \cdot \ln \frac{629,96}{5,442}$$

$$U_c = 174,99 \text{ kV} < 420 \text{ kV}$$

No obstante, la tensión nominal de la instalación queda por encima del umbral de tensión crítica en el caso de tiempo húmedo, por lo que se producirá efecto corona en ese caso. Es por ello que se a evaluar las pérdidas producidas por el efecto corona en tiempo húmedo:

$$P_{\text{perdida por fase y long}} = \frac{241}{\frac{3,921 \cdot 73,62}{273 + 15}} \cdot (50 + 25) \cdot \sqrt{\frac{1,4805}{629,96}} \cdot \left[\frac{420}{\sqrt{3}} - \frac{174,99}{\sqrt{3}} \right]^2 \cdot 10^{-5} = 1,236 \text{ kW/km}$$

$$P_{\text{perdida total}} = P_{\text{perdida por fase y longitud}} \cdot n^{\circ} \text{fases} \cdot longitud = 0,61 \cdot 4 \cdot 0,05 = 0,247 \text{ kW}$$

Como se puede comprobar, las pérdidas producidas por efecto corona son despreciables en relación a la potencia transportada por la línea (146 MW), suponiendo un porcentaje de pérdidas de 0,000169%.

1.8. RED DE TIERRAS

1.8.1. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

La red de puesta a tierra de la subestación consistirá en una malla rectangular de dimensiones aproximadas, 64,10 x 36,20 m y retícula de 3,75 x 3,75 m aproximadamente, realizada con cable decobre desnudo de 120 mm² de sección enterrado a una profundidad de 0,8 m con un perimetral exterior y otro interior a la valla, más uno exterior al edificio de celdas, al edificio de operación y al edificio de Residuos.

Para el cálculo de la resistencia de tierra del electrodo proyectado, y después de observar las características del suelo, se estima una resistividad media del terreno de 300 Ω·m y siendo el área ocupada por la malla de unos 2.320,42 m².

Para el cálculo de la resistencia de la malla de puesta a tierra, se utilizará la fórmula de Sverak:

$$R = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

R = Resistencia de tierra del electrodo en Ohmios

ρ = Resistividad del terreno (Ω·m)

L = Longitud total de los conductores enterrados (unos 1.600 m)

R = Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla

$$R = \frac{\rho}{4} \times \sqrt{\frac{\pi}{S}} + \frac{\rho}{L} = \frac{350}{4} \times \sqrt{\frac{\pi}{7919,13}} + \frac{350}{4.835} = 1,815 \Omega$$

Sustituyendo valores, obtenemos un valor de resistencia de puesta a tierra, R= 2,947 Ohmios.

1.8.2. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se determinan de acuerdo con las expresiones indicadas en la ITC-RAT 13. La superficie ocupada por el parque de intemperie se cubrirá con una capa de grava de, al menos, 10 cm de espesor. Como valor de resistividad de dicha capa superficial tomaremos 3.000 Ω·m.

La resistividad superficial equivalente ρ_{sup} se obtiene mediante la fórmula:

$$\rho_{sup} = \left(1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right) \right) \cdot \rho_s$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno (Ω·m).

ρ_s = Resistividad de la capa superficial ($\Omega \cdot m$)
 h_s = Espesor de la capa superficial en m (0,1)

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$\rho_s = C_s \cdot \rho_* = \left(1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{350}{3.000}}{2 \cdot 0,1 + 0,106} \right) \right) \cdot 3.000 = 2.082,03 \Omega \cdot m$$

Las máximas tensiones de paso y contacto admisibles se hallan a partir de las expresiones:

$$V_{\text{contacto}} = U_{ca} \left(1 + \frac{\left(\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s \right)}{1.000} \right)$$

$$V_{\text{paso}} = 10 \cdot U_{ca} \left(1 + \frac{(2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s)}{1.000} \right)$$

Donde:

- U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V obtenidos de la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la falta de 1 s)
 t = Duración de la falta en segundos (se considerará 1 s)
 ρ_s = Resistividad superficial del terreno
 R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2.000 Ω)

Determinamos los valores para la playa de la subestación y también para el terreno exterior (fuera del recinto vallado, sin grava). Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

VALORES ADMISIBLES DE V_{paso} y V_{contacto}		
	Tensión de paso	Tensión de contacto
Interior (con grava)	18.717 V	548 V
Exterior (sin grava)	7.597 V	270 V

Consideramos una intensidad de falta máxima de 1,36 kA, que es la máxima calculada en el lado de 220 kV.

La resistencia de la malla se ha calculado en 1,815 Ω .

El electrodo de puesta a tierra de los aerogeneradores tiene una resistencia máxima de 2 Ω . Estos electrodos están unidos entre sí y, a su vez, con la red de tierras de la subestación, por medio de cable de cobre que se tiende por la misma zanja que las líneas colectoras de 30 kV.

Este conductor según el apartado 4.2 de la ITC-RAT 13 presenta una resistencia de (conductor enterrado horizontalmente):

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Este valor es muy pequeño porque no se está considerando la reactancia del cable; en nuestro cálculo vamos a usar un valor de 0,2 Ω, que es una cifra lógica en este tipo de configuración.

La resistencia total del circuito resulta de un valor de 0,3278 Ω

Con estos valores, la malla de la subestación se pondría a un potencial de:

$$U_E = I_E \cdot R_T = 26000 \cdot 0,3278 = 8522,8 \text{ V}$$

Por lo que la intensidad de puesta a tierra en la subestación sería:

$$I_G = \frac{U_E}{R_G} = \frac{8522,8}{1,815} = 3111,27 \text{ A}$$

En definitiva, se considerar una intensidad de defecto a tierra de 3.111,27 A.

1.8.3. COMPROBACIÓN DEL CONDUCTOR

Para este valor de intensidad, la sección mínima de los conductores de puesta a tierra de estructuras y aparatos se determina mediante la ecuación, que define la máxima corriente admisible de un conductor cuyos parámetros característicos son conocidos o fácilmente extrapolables.

Basándonos en esto se tiene:

$$A = \frac{I \cdot \sqrt{T_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10.000}}{\sqrt{T_{CAP} \cdot L_n \cdot \frac{k_0 + T_M}{k_0 + T_a}}}$$

Donde

I: Corriente de falta prevista = 0,817 kA

T_c: Tiempo de despeje del defecto = 1 s

α_r: Coef térmico de resistividad a 20 °C = 0,00397

α₀ = Coeficiente térmico de resistividad a 0 °C = 234 °C

ρ_r: Resistividad a 20 °C = 1,72 μΩ/cm

T_{CAP}: Factor de capacidad térmica = 3,42 J/(cm³ x °C)

T_m: Temperatura máxima (según recomendación IEEE) = 200 °C

T_a: Temperatura ambiente = 35 °C

Obtenemos que la sección de conductor que necesitamos instalar en la malla debe de ser igual o superior a 30,34 mm².

Para el cable de cobre desnudo que conformará la malla de tierras profunda, adoptaremos la sección de 120 mm².

Comprobamos que la sección elegida cumple las prescripciones establecidas por la ITC-RAT 13:

Para las líneas de puesta a tierra la densidad de corriente es $\leq 160 \text{ A/mm}^2$.

La sección adoptada, 120 mm², es superior a la sección mínima indicada en el apartado 3.4 de la ITC-RAT13 (50 mm², para conductores de cobre).

1.8.4. TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO

Los valores reales de tensión de paso y contacto se van a calcular según el método propuesto en la ANSI/I.E.E.E. GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING 1986 para esta configuración de electrodo cuyas fórmulas se resumen en el siguiente cuadro:

$$E_s = \rho K_s K_j \frac{I}{L}$$

$$E_m = \rho K_m K_j \frac{I}{L}$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h} + \frac{1}{h+D} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

$$K_j = 0,644 + 0,148 \cdot n$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ij}}{K_h} \ln \frac{8}{\pi (2n-1)} \right]$$

$$K_{ij} = \frac{1}{(2n)^{\frac{1}{n}}}$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_o}}; h_o = 1$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p}$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}}$$

$$n_c = \left(\frac{L_x \cdot L_y}{A} \right)^{\frac{0,7 \cdot A}{L_x \cdot L_y}}$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{(L_x)^2 + (L_y)^2}}$$

Donde:

E_m = Diferencia de potencial del conductor de la malla y la superficie del terreno al centro del rectángulo de la malla

E_s = Tensión de contacto a una distancia horizontal de un metro

ρ = Resistividad del terreno (300 $\Omega \cdot m$).

I_g = Intensidad de defecto (1,348 kA)

L_c = Longitud del cable enterrado (unos 1.600 m)

L_p = Longitud del perímetro de la red (200,60 m)

L_x = Máxima longitud del cable de tierra en el eje longitudinal (36,20 m)

L_y = Máxima longitud del cable de tierra en el eje transversal (64,10 m)

H = Profundidad de enterramiento (0,8 m)

A = Área cubierta por la malla (2.320,42 m²)

D = Separación media entre conductores paralelos (unos 3,75 m)

D = Diámetro del conductor (0,01236 m)

N = Número efectivo de conductores en paralelo

$$n_a = 26,880$$

$$n_b = 1,005$$

$$n_c = 1$$

$$n_d = 1$$

$$n = 27,022$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{h+D} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

Sustituyendo valores, obtenemos:

$$K_s = 0,345$$

$$K_j = 0,644 + 0,148 \cdot n = 4,643$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{2/n}} = 0,744$$

$$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}} = 1,342$$

Entonces:

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ij}}{K_h} \ln \frac{8}{\pi^{(2n-1)}} \right]$$

$$K_m = 0,544$$

$$E_m = \rho \cdot K_m \cdot K_j \frac{l}{L} \quad E_s = \rho \cdot K_s \cdot K_j \frac{l}{L}$$

Los resultados son:

$$E_m = 568,7 \text{ V}$$

$$E_s = 480,8 \text{ V}$$

Para que los resultados sean admisibles se tiene que cumplir que:

$$E_s < V_p$$

$$E_m < V_c$$

	V _p Admisible	V _p Calculada (E _m)	V _c Admisible	V _c Calculada (E _s)
Interior (con grava)	18.605 V	568,7 V	548 V	480,8 V
Exterior (sin grava)	7.276 V	568,7 V	270 V	480,8 V

Para asegurarse que la tensión de contacto cumpla en el exterior del recinto se instalará la valla de la Subestación a 1 m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a esta.

Con lo que nuestro sistema no presentará peligros significativos para el personal por trasvase de potenciales peligrosos.

En aplicación del reglamento de alta tensión, una vez efectuada la instalación de puesta a tierra se medirán las tensiones de paso y de contacto, asegurándose de que los valores obtenidos están dentro de los márgenes que garantizan la seguridad de las personas.



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Anexo II - Producción y Gestión de
Residuos de Construcción

ÍNDICE

1. Objeto.....	1
2. Generación y Cuantificación de Residuos en fase de Construcción.....	2
2.1. Introducción	2
2.2. Producción de Residuos en Fase de Construcción	2
2.3. Residuos Peligrosos	2
2.4. Residuos No Peligrosos	2
2.5. Relación de Residuos Generados	3
3. Introducción	3
4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA	5
4.1. Prevención en la Adquisición de Materiales	6
4.2. Prevención en el Comienzo de la Obra	6
4.3. Prevención en la Puesta en Obra	6
4.4. Prevención en el Almacenamiento En Obra.....	6
5. Gestión de los Residuos.....	7
5.1. Gestión Interna de los Residuos.....	7
5.1.1. Residuos No Peligrosos.....	7
5.1.2. Residuos Peligrosos	7
5.2. Gestión Externa de los Residuos	8
5.2.1. Residuos No Peligrosos.....	8
5.2.2. Residuos Peligrosos	8
5.2.3. Medidas de Segregación "In Situ" Previstas (Clasificación / Selección).....	9
6. Cuantificación y Valoración Económica de los Residuos Producidos en Fase de Construcción	10
6.1. Residuos No Peligrosos	10
6.2. Residuos Peligrosos	11
6.3. Total Gestión de Residuos	11
7. Pliego de Prescripciones Técnicas	12
7.1. Obligaciones de los Actores	12
7.2. Gestión de Residuos.....	12
7.3. Separación.....	13
7.4. Documentación	13
8. Conclusión	14

1. Objeto

Durante la ejecución de los trabajos de la nueva subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II", se generarán una serie de residuos objeto de estudio en el presente documento.

Para la elaboración del presente documento se han tenido en cuenta la normativa siguiente:

- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 262/2006, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos de la construcción.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

En relación a los residuos generados en la fase de construcción de la ampliación objeto de proyecto, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. A continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras.

2. Generación y Cuantificación de Residuos en fase de Construcción

2.1. Introducción

En relación a los residuos generados en la fase de construcción de la Subestación, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. A continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras de los generados en la fase de explotación de la instalación.

2.2. Producción de Residuos en Fase de Construcción

Los residuos que se pueden generar en las distintas fases de construcción se pueden resumir en:

- La fase de apertura de zanjas y cimentaciones: mezcla de materiales que forman el terreno que no estén destinados a emplearse de nuevo.
- La fase de construcción de cimentaciones: hormigón y tierras sobrantes del relleno de las zapatas.
- La fase de instalación de las canalizaciones: residuos generados en el proceso de empalme de cables y soldaduras aluminotérmicas de los cables de tierras.
- La fase de cierre de zanjas: tierras sobrantes del relleno de las zanjas, hormigón de la construcción de dados de protección.
- La fase de construcción del edificio de control: mezcla de elementos de construcción.
- La fase de construcción del parque intemperie de la Subestación: hormigón de las cimentaciones de los soportes de la aparamenta, cables de conexión de la aparamenta.
- Mencionar también los asimilables a residuos urbanos procedentes del personal laboral de la obra.

2.3. Residuos Peligrosos

En cuanto a los residuos peligrosos generados en la fase de construcción, éstos serán principalmente los derivados del mantenimiento de la maquinaria utilizada para la realización de la obra. Los residuos referidos serán aceites usados, restos de trapos impregnados con aceites y o disolventes, envases que han contenido sustancias peligrosas, etc. Las operaciones de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente en talleres externos, aunque debido a averías de la maquinaria en la propia obra y la dificultad de traslado de maquinaria de gran tonelaje en ocasiones resulta inevitable realizar dichas operaciones en la propia obra, en zonas habilitadas al efecto.

Debido a situaciones accidentales durante el mantenimiento de la maquinaria o a la manipulación de sustancias peligrosas pueden darse pequeños vertidos de aceites, combustibles, etc. que originen tierras contaminadas con sustancias peligrosas.

2.4. Residuos No Peligrosos

En la fase de construcción los residuos no peligrosos que se generarán serán del tipo, metales, plásticos, restos de cables, restos de hormigón, restos orgánicos, etc.

También se deben considerar las tierras sobrantes generadas debido a la realización del vial de acceso, de las cimentaciones del edificio de control, bastidores soporte de la aparamenta exterior de la subestación y de valla perimetral de esta, y las canalizaciones para la ubicación de los conductores de potencia y control.

En cuanto a las operaciones de movimiento de tierras se retirará en primer lugar la capa más superficial, constituida por tierra vegetal que podrá ser reutilizada para las labores de recuperación de la zona.

Con vistas a su posterior reutilización, se evitará la pérdida de la tierra vegetal presente. Para ello se procederá a su acopio y retirada al inicio de los trabajos, de forma que ésta no se mezcle con sustratos profundos o que quede sepultada por acumular sobre ella tierra de menor calidad.

Se procederá a la retirada de la capa de tierra vegetal (30-40 centímetros de espesor o más si la tierra es buena), cuando las condiciones de humedad del terreno sean apropiadas (tempero o sazón) nunca cuando el suelo está muy seco, o demasiado húmedo.

La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva. Esta acumulación se deberá realizar con la cautela precisa para que la tierra vegetal no pierda sus características (altura máxima de los acopios de 2 metros).

Las tierras sobrantes generadas debidas a las excavaciones, serán reutilizadas preferentemente en las labores de relleno, siempre que sea posible, tratando de minimizar por tanto las tierras sobrantes que deban ser retiradas.

Debido a las labores de hormigonado de cimentaciones, etc., se generarán restos de hormigón procedente del lavado de hormigoneras.

Como consecuencia del personal laboral de obra se generarán una serie de residuos asimilables a urbanos, como restos de comidas, envoltorios, latas, etc.

2.5. Relación de Residuos Generados

A continuación, se indican los posibles residuos que se generarían en la fase de construcción de las instalaciones, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

3. Introducción

Para la elaboración del presente documento se han tenido en cuenta la normativa siguiente:

- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 262/2006, por el que se aprueba el reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

En relación a los residuos generados en la fase de ejecución de la subestación CONTREBIAS I-II podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. A continuación, se diferencian los residuos que se generarán durante el periodo de realización de las obras.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
17 01 01	Hormigón	Operaciones de hormigonado de cimentaciones.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 02	Ladrillos	Operaciones de construcción de tabiquería interior del edificio de control.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.	Operaciones de construcción del tejado del edificio de control y alicatado de aseos.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 02 01	Madera	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 02 03	Plástico	Envoltorio de componentes, protección transporte de materiales	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 05	Hierro y acero	Realización de cimentaciones. Montaje de estructuras.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 07	Metales mezclados	Realización de instalaciones interiores del edificio de control	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 04 11	Cables	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 05 04	Tierras sobrantes	Operaciones que implican movimientos de tierras como apertura de cimentaciones y zanjas.	Reutilización en la medida de lo posible en la propia obra, el resto será retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje y finalmente si no son posibles las dos opciones anteriores a vertederos autorizados.
17 06 04	Materiales de aislamiento	Realización de aislamiento en el edificio	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso	Realización de techos en el edificio.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 09 04	Residuos mezclados de construcción	Construcción de la subestación.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	Restos procedentes del personal de la obra (restos de comida, bolsas de plásticos, latas, envoltorios, etc.).	Retirada por Gestos autorizado o por acuerdos con el Ayuntamiento.

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS PELIGROSOS			
13 02 05*	Aceites usados (RP).	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
15 01 10*	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado, priorizando su valorización.
15 02 02*	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	Operaciones de mantenimiento de la maquinaria de obra.	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado, priorizando su valorización.
17 04 10*	Cables aislados	Realización de instalaciones eléctricas	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su reutilización, valorización.
17 05 03*	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	Posibles vertidos accidentales, derrames de la maquinaria y manipulación de sustancias peligrosas como aceites, etc...	Retirada por Gestor autorizado a vertedero autorizado.

4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Las medidas de prevención de residuos en obra están basadas en fomentar su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Estas medidas son aplicables en las diferentes actividades de la obra: adquisición de materiales, comienzo de la obra, puesta en obra y almacenamiento en obra.

4.1. Prevención en la Adquisición de Materiales

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra al máximo, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes, priorizando aquellos que minimizan los mismos.
- Se priorizará la adquisición de productos "a granel", con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados (palets, madera, etc.) y se devolverán al proveedor.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de las mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- Se mantendrá un inventario de excedentes, para su posible utilización en otras obras.
- Se procurará aprovechar los materiales de protección y recortes de material, así como favorecer el reciclaje de los elementos que tengan opciones de valorización (metales, madera, etc).
- Se reutilizarán los elementos de madera el mayor número de veces posible, respetando siempre las exigencias de calidad.

4.2. Prevención en el Comienzo de la Obra

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimientos de tierras, con el objeto de minimizar la cantidad de tierras sobrantes y posibilitar la reutilización de las mismas, ya sea en la propia obra o en emplazamientos próximos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de las tierras y del movimiento de la maquinaria, para evitar compactaciones excesivas del terreno.

4.3. Prevención en la Puesta en Obra

- Se programará correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio del fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta, que afectaría a la generación de residuos y de emisiones derivadas del transporte.
- Se aprovecharán los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en mejora de accesos, zonas de tráfico, etc.)
- Se favorecerá el empleo de materiales prefabricados, que, por lo general, minimizan la generación de residuos.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares, propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

4.4. Prevención en el Almacenamiento En Obra

- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados, para garantizar que se mantienen en las debidas condiciones.
- Los materiales se almacenarán correctamente para protegerlos de las intemperies y evitar su deterioro y transformación en residuo. Así mismo, con un correcto almacenamiento se evitará que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, roturas de envases, etc.

- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de los materiales en la obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepción en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite q se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos.

5. Gestión de los Residuos

Para la correcta gestión de los residuos producidos durante la obra, desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado, se habilitará una zona de almacenamiento de residuos que cumplirán con las características descritas a continuación.

5.1. Gestión Interna de los Residuos

5.1.1. Residuos No Peligrosos

Durante la fase de obra se habilitarán zonas para el almacenamiento de residuos no peligrosos de fácil acceso a los operarios (junto a casetas de obras, zonas de almacenamiento de materiales), el mismo estará perfectamente señalizado y será conocido por el personal de obra. En el mismo se instalarán diferentes cubas y contenedores que faciliten la segregación de los residuos para así facilitar su posterior gestión.

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra. Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Los restos de materiales que, usados para la construcción del edificio de control, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

Se dispondrán contenedores para el almacén de residuos asimilables a urbanos, identificados de forma que faciliten la recogida selectiva. Además, se dispondrán papeleras en el lugar de origen.

Para materiales reciclables como maderas, metales, restos plásticos se dispondrán cubas diferenciadas que faciliten su segregación.

5.1.2. Residuos Peligrosos

El almacenamiento de residuos peligrosos para los residuos generados en la fase de construcción se realizará en una zona adecuada y destinada a tal fin, perfectamente señalizada y con las características que se describen a continuación:

- Se realizará sobre una superficie impermeabilizada y con estructuras que sean capaces de contener un posible vertido accidental de los residuos.
- Contará con una cubierta superior que evite que el agua de lluvia pueda provocar el arrastre de los contaminantes y sea protegido por la radiación solar.
- El área de almacenamiento de residuos peligrosos estará perfectamente identificada y señalizada.
- Los recipientes utilizados para el almacenamiento de residuos peligrosos serán adecuados a cada tipo de residuo y se encontrarán en perfecto estado, cumpliendo lo establecido en el Real Decreto 833/1988.

- Cada uno de los contenedores de residuos peligrosos se encontrará etiquetado, según el sistema de identificación establecido en la legislación vigente.

5.2. Gestión Externa de los Residuos

Según lo establecido en la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización, a continuación, se especifica la gestión final a la que se destinará cada uno de ellos.

5.2.1. Residuos No Peligrosos

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados.

Las maderas, chatarras y plásticos serán retiradas por gestor autorizado de residuos priorizando su reciclaje.

Los residuos asimilables a urbanos serán segregados de forma que se facilite su valorización, estos residuos serán retirados por gestor autorizado de residuos o bien mediante acuerdos con el ayuntamiento.

5.2.2. Residuos Peligrosos

Los aceites usados generados en la instalación, los trapos de limpieza contaminados y los envases que contienen restos de sustancias peligrosas serán retirados por un gestor autorizado de residuos, priorizando su valorización.

Los gases usados en el llenado de las celdas de M.T. generados en la instalación serán retirados por un gestor autorizado de residuos.

El resto de residuos peligrosos generados será retirado por un gestor autorizado de residuos peligrosos para su inertización y eliminación en vertedero autorizado.

5.2.3. Medidas de Segregación "In Situ" Previstas (Clasificación / Selección)

En base al artículo 5.5 del R.D. 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

RESIDUO	PESO
Hormigón	80,00 T
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00 T
Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	0,50 T
Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

Medidas empleadas (se marcan las casillas según lo aplicado):

	Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos
X	Derribo separativo / segregación en obra nueva (ej.: pétreos, madera, metales, plásticos + cartón + envases, orgánicos, peligrosos...). Sólo en caso de superar las fracciones establecidas en el artículo 5.5 del R.D. 105/2008
	Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta

Para proceder a la separación de estos residuos se almacenarán en diferentes contenedores, que serán retirados periódicamente por el gestor autorizado.

Además, se separarán todos los residuos peligrosos, que serán así mismo retirados por un gestor autorizado.

6. Cuantificación y Valoración Económica de los Residuos Producidos en Fase de Construcción

6.1. Residuos No Peligrosos

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN					
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m³)	CANTIDAD (T)	PRECIO UNITARIO (€/m³)	PRECIO TOTAL (€)
RESIDUOS NO PELIGROSOS					
17 01 01	Hormigón	7,00	16,00	15	106,00
17 01 02	Ladrillos	0,027	0,020	15	0,41
17 01 03	Tejas y Materiales Cerámicos	0,006	0,010	15	0,09
17 02 01	Madera	0,008	0,008	15	0,12
17 02 03	Plástico	0,005	0,004	15	0,08
17 04 05	Hierro y acero	0,000	0,000	15	0,00
17 04 07	Metales mezclados	0,040	0,060	15	0,60
17 04 11	Cable desnudo	0,200	0,100	15	3,00
17 05 04	Tierras sobrantes	100,00	719,00	3	300,87
17 06 04	Materiales de Aislamiento	0,005	0,005	15	0,08
17 08 02	Materiales de Construcción a partir de yeso	0,008	0,010	15	0,12
17 09 04	Residuos mezclados de construcción	0,040	0,050	15	0,60
20 03 01	Restos asimilables a urbanos	3, 50	8, 00	15	53,00

6.2. Residuos Peligrosos

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN					
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (m³)	CANTIDAD (T)	PRECIO UNITARIO (€/m³)	PRECIO TOTAL (€)
RESIDUOS PELIGROSOS					
13 02 05	Aceites usados (RP).	0,40	0,40	1.600,0	173,6
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc... (RP)	0,10	0,00	1.600,0	177,6
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc... (RP)	0,04	0,00	1.600,0	74,7
17 04 10	Cables aislados (RP)	0,02	0,00	1.600,0	32,5
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	0,40	0,40	1.600,0	173,6

6.3. Total Gestión de Residuos

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	
TIPO DE RESIDUO	Total (€)
Gestión Residuos No Peligrosos	447,48
Gestión Residuos Peligrosos	632,00
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN (€)	1.079,48

7. Pliego de Prescripciones Técnicas

7.1. Obligaciones de los Actores

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El productor de residuos (promotor) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a una instalación de valorización ó de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.
- Todos los trabajadores intervinientes en obra han de estar formados e informados sobre el procedimiento de gestión de residuos en obra que les afecta, especialmente en aquellos aspectos relacionados con los residuos peligrosos.

7.2. Gestión de Residuos

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

7.3. Separación

- El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores o envases que almacenen residuos deberán señalizarse correctamente, indicando el tipo de residuo, la peligrosidad, y los datos del poseedor.
- El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.
- Los contenedores de los residuos deberán estar pintados en colores que destaquen y contar con una banda de material reflectante. En los mismos deberá figurar, en forma visible y legible, la siguiente información del titular del contenedor: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos
- Cuando se utilicen sacos industriales y otros elementos de contención o recipientes, se dotarán de sistemas (adhesivos, placas, etcétera) que detallen la siguiente información del titular del saco: razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de la obra.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos.

7.4. Documentación

- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.
- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.
- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.
- El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

8. Conclusión

Con todo lo anteriormente expuesto, se entiende que queda suficientemente desarrollado el Estudio de Producción y Gestión de Residuos para el presente proyecto.



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Anexo III – Prevención de Incendios

ÍNDICE

1.	Información General	1
1.1.	Información Gráfica.....	1
1.1.1.	Situación relativa del local.....	1
1.1.2.	Superficie edificada	1
1.1.3.	Accesibilidad	1
1.1.4.	Sectores de incendios y superficies de cada uno	1
1.2.	Información Descriptiva	2
1.2.1.	Carga de fuego ponderada de cada sector de incendio.....	2
1.2.2.	Abastecimiento de agua contra incendios	2
1.2.3.	Instalaciones de protección.....	2
2.	Información Específica contra Incendios	3
2.1.	Para Actividades del CTE	3
2.2.	Para Actividades Recreativas, de Espectáculos y de Ocio	3
2.3.	Para Actividades de Industria y Almacenamiento.....	3
2.3.1.	Caracterización del establecimiento industrial	3
2.3.2.	Requisitos constructivos.....	5
2.3.3.	Instalaciones de protección.....	7
3.	Organización de la Emergencia	9
4.	Ficha de Características y Requisitos de cada Sector de Incendios, de acuerdo con el R.D. 513/17. 10	

1. Información General

1.1. Información Gráfica

1.1.1. Situación relativa del local

La parcela dónde se implantará la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" se encuentra en el término municipal de Épila (provincia de Zaragoza).

De acuerdo con el R.D. 513/17, respecto a su configuración y ubicación, la Subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de control, como establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y se encuentra a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

1.1.2. Superficie edificada

Se puede considerar que la superficie ocupada por la actividad será de 4.523,07 m². A efectos de aplicación del R.D. 513/17 se considerará de especial relevancia el edificio de control, con una superficie total construida de 384,16 m².

1.1.3. Accesibilidad

El acceso a la Subestación se hará desde un vial de nueva construcción que se vinculará a un camino existente.

Este acceso tendrá una anchura de vía útil superior a los 4 m, y cumplirá con los siguientes:

- Capacidad portante para un vehículo de 15.000 kg. con ejes separados 4,5m. y actuando 5.000 kg sobre el eje delantero y 10.000 kg. sobre el eje posterior, con una sobrecarga de uso de 2.000 kg.
- En los tramos curvos el carril de rodamiento ha de quedar delimitado por el trazado de una corona circular, los radios de los cuales serán de 5,30m. y 12,50m. con una anchura libre para la circulación de 7,20m.
- Altura libre que permita el paso de un vehículo de 3,50m. de altura, con un margen de seguridad de 0,20m.
- Pendiente inferior al 15%.

Todos estos valores quedan garantizados simplemente por las necesidades propias del transporte de los equipos de la instalación, muy superiores a los especificados.

1.1.4. Sectores de incendios y superficies de cada uno

Dadas las características de la actividad, se considerará a efectos prácticos como un edificio aislado, de configuración tipo C, dentro de una parcela tipo E.

Cuadro de superficies (Edificio de Celdas, Control y Operación)

Superficies Útiles

Almacén de residuos	50,29 m ²
Sala de Celdas M.T.	88,32 m ²
Sala de Control y SSAA	68,22 m ²
Pasillo	32,12 m ²
Vestuarios	11,99 m ²
Aseo Masculino	8,58 m ²
Aseo Femenino	8,58 m ²
Despacho Operación	7,39 m ²
Despacho Promotor	7,39 m ²
Cocina	9,74 m ²
Almacén - Taller	78,93 m ²
Superficie útil total	352,54 m²
Superficie construida total	384,16 m²

1.2. Información Descriptiva

1.2.1. Carga de fuego ponderada de cada sector de incendio

De acuerdo con la ficha adjunta al final de este anexo, la carga de fuego ponderada para cada sector de incendio es la siguiente:

Sector	Sector de Incendio	A _i (m ²)	Q _{si} (MJ/m ²)	Q _{si} x A _i	N.R.I.
ÚNICO	Edificio de Celdas y Control y Operación	384,16	722	277.363,52	2 - BAJO

A_i: Superficie del sector de incendios

Q_{si}: Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

N.R.I.: Nivel de Riesgo Intrínseco

1.2.2. Abastecimiento de agua contra incendios

De acuerdo con el R.D. 513/17, condiciones de protección contra incendios en los edificios industriales, el establecimiento no requiere de otros suministros hídricos, puesto que no es preceptiva la instalación de hidrantes, columna seca, BIE's o rociadores.

1.2.3. Instalaciones de protección

Las instalaciones de protección (medidas activas) cumplirán con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios (R.D. 1942/93) y orden 16 de abril de 1998, que la complementa, así como el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos (R.D. 337/2014).

Las instalaciones de protección instaladas o proyectadas se detallan en cada uno de los apartados específicos del presente anexo.

2. Información Específica contra Incendios

2.1. Para Actividades del CTE

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 513/17 no le es de aplicación la CTE puesto que el establecimiento no dispone de zonas administrativas, comedor de personal, etc., de superficie superior a 250 m².

2.2. Para Actividades Recreativas, de Espectáculos y de Ocio

No procede.

2.3. Para Actividades de Industria y Almacenamiento

2.3.1. Caracterización del establecimiento industrial

Configuración y ubicación en relación con su entorno:

La parcela donde se implantará la Subestación se encuentra en el término municipal de Épila (provincia de Zaragoza).

Básicamente el establecimiento ocupará una superficie real de 4.523,07 m², y estará formado por un parque exterior (intemperie), donde se encuentra situada la apartamentada de 220 kV y el transformador de potencia, y un edificio donde se ubican las celdas, los armarios, equipos de protección y mando, y una zona de administración, almacén de residuos, almacén-taller y aseos-vestuarios.

Tal como se ha comentado anteriormente de acuerdo con el R.D. 513/17, respecto a su configuración y ubicación presenta dos tipos de establecimiento, el parque intemperie es tipo E, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y el edificio de control y el edificio prefabricado de residuos que se consideran de tipo C.

Número de sectores. Configuración de cada sector:

Se considerará un único sector de incendios.

Evaluación de la carga de fuego por cada sector:

Para el cálculo de las cargas de fuego se usa la metodología propuesta en el artículo 3.2. Apartado 2 del Anexo I del Real Decreto contra incendios en los establecimientos industriales.

Para actividades de producción, transformación:

Se parte de la siguiente fórmula:

$$Q_{si} = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a (MJ/m^2)$$

Donde:

Q_S: Densidad de carga de fuego ponderada y corregida del sector de incendio.

Q_{Si}: Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los diferentes procesos que se realizan en el sector de incendio (i), MJ/m².

S_i: Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego diferente en m².

C_i: Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existe en el sector de incendio.

A: Superficie construida del sector de incendio en m².

R_a : Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio.

Se han seguido los criterios marcados en el Anexo y del R.D. 513/17, en base a los valores establecidos en la Tabla 1.2, de densidad de carga de fuego ponderada de diversos procesos industriales. Así, para nuestra actividad vemos reflejadas las siguientes actividades:

Actividad	Tipos	q_s o q_v	R_a
Sala de celdas de M.T.	Transformadores	300 MJ/m ²	1,5
Sala de control y SSAA	Aparatos eléctricos	300 MJ/m ²	1,0
Sala de vestuarios	Guardarropa, armarios metálicos	80 MJ/m ²	1,0
Aseo masculino	Guardarropa, armarios metálicos	80 MJ/m ²	1,0
Aseo femenino	Guardarropa, armarios metálicos	80 MJ/m ²	1,0
Despacho operación	Oficinas técnicas	600 MJ/m ²	1,0
Despacho promotor 1	Oficinas técnicas	600 MJ/m ²	1,0
Cocina / office	Alimentación	200 MJ/m ²	1,0
Almacén - taller	Taller reparación	800 MJ/m ²	1,0
Almacén de residuos	Taller reparación	800 MJ/m ²	1,0

Para actividades de almacenaje:

Para evaluar la carga de fuego que comporta el parque exterior, se debe tener en cuenta el volumen de aceite correspondiente a los transformadores que se proyectan instalar:

	Trafo 220/30kV	Total
Volumen de aceite (l)	40.000	40.000

De acuerdo con la tabla 1.4 del Anexo 1 del R.D. 513/17, al aceite mineral le corresponde un poder calorífico de 42 MJ/kg y una densidad de 0,895 kg/l. Por tanto, para el parque exterior tendremos una carga de fuego de 1.503.600 MJ.

La carga de fuego para el sector de incendio calculada es la siguiente:

Sector	Sector de Incendio	A_i (m ²)	Q_{si} (MJ/m ²)	$Q_{si} \times A_i$	N.R.I.
1	Edificio de Celdas, Control y Servicios	384,16	722,00	277.363,52	2 - BAJO
2	Resto de parcela	4.138,91	363,58	1.503.600,00	1 - BAJO
	Total	4.523,07	393,75	1.780.963,52	1 - BAJO

A_i : Superficie del sector de incendios

Q_{si} : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida

N.R.I.: Nivel de Riesgo Intrínseco

Evaluación de la carga de fuego ponderado del establecimiento:

De acuerdo con los valores indicados en el punto anterior. El cálculo de la carga de fuego ponderada para el establecimiento industrial (QE) resulta:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} = \frac{1.780.963,52}{4.523,07} = 393,75 \text{ MJ/m}^2$$

Determinación del grado intrínseco:

El resultado de la carga de fuego ponderada, del establecimiento, calculada en el punto anterior, corresponde a un nivel de riesgo intrínseco grado 1 - BAJO.

En consecuencia, la periodicidad de la inspección de las instalaciones, de acuerdo con el artículo 7 del Real Decreto 513/17, se establece en cinco (5) años.

2.3.2. Requisitos constructivos

Admisibilidad de la situación:

La situación resulta admisible, puesto que ninguno de los sectores incurre en ninguna de las situaciones descritas en el art. 1 del anexo 2 del R.D. 513/17, a saber:

- Riesgo ALTO, configuración tipo A
- Riesgo MEDIO, planta bajo rasante, configuración tipo A.
- Riesgo MEDIO, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco metros.
- Riesgo MEDIO o BAJO configuración tipo A, altura de evacuación > 15 m.
- Riesgo ALTO, configuración tipo B, altura de evacuación > 15 m en sentido descendente
- Riesgo MEDIO o ALTO, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a cinco metros.
- Cualquier riesgo, segunda planta bajo rasante, configuraciones tipo A, B o C
- Riesgo ALTO (nivel 8), configuración tipo B.
- Riesgo MEDIO o ALTO, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanente libre de vegetación arbustiva.

Sector de incendio máximo:

La superficie actual y la máxima admisible para cada sector de incendio, de acuerdo con el Art. 2 del apéndice 2, sería la siguiente:

Sector	Sector de incendio	Superficie (m²)		%
		Real	Máxima	
ÚNICO	Edificio de Celdas y Control y Operación	384,16	6.000	6,40

Comportamiento frente al fuego de los materiales:

Productos de revestimientos:

Suelos	Clase M-2 o más favorable
Paredes y techos	Clase M-2 o más favorable
Productos incluidos en paredes y cerramientos	Por ser tipo C será suficiente M-3 o más favorable
Productos situados en el interior de falsos techos, o suelos elevados, aislamientos térmicos y/o acústicos, cables eléctricos, etc.	Clase M-1 o más favorable

Los productos de construcción pétreos, cerámicos, metálicos, vidrios, morteros, hormigones o yesos se consideran de la clase M0.

La Subestación cumple con estos requerimientos, puesto que no presenta ningún revestimiento, siendo todos los elementos constructivos de tipo metálico, pétreo, o calcáreo.

Estabilidad al fuego de los elementos constructivos:

Para la determinación del grado de estabilidad al fuego que se requiere en cada sector aplicaremos los criterios recogidos en el art. 4 del Anexo 2. Para configuraciones tipo C, los elementos estructurales portantes han de cumplir:

Planta	Riesgo	Grado EF	Sector afectado
Planta sótano	Bajo	EF-60	Edificio de Control
Planta sobre rasante	Bajo	EF-30	

Las principales características constructivas son las siguientes:

- Paredes de cerramientos de bloque de hormigón, autoportantes
- La cubierta a dos aguas con pendientes máximas descendientes del 30% y realizadas de teja cerámica curva colocada sobre faldones contruidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

Por tanto, el estado actual de las dependencias donde se lleva a cabo la actividad presenta una Estabilidad al Fuego (EF) compatible con la reglamentación vigente.

Resistencia al fuego de los elementos de delimitación:

Entre sectores del mismo establecimiento

No procede, puesto que el edificio forma íntegramente un sector, y se trata de una construcción aislada.

Respecto vecinos

Puesto que se trata de una ubicación tipo "C", y por tanto no confronta directamente con ningún vecino, no le es exigible ningún grado EF a los cerramientos exteriores.

Por otra parte, cabe remarcar que cualquier edificación quedará a más de 3 m. del límite de la parcela.

Evacuación:

La totalidad de las instalaciones que forman parte de una Subestación son habitualmente teledemandadas, por lo que no se requiere la presencia de personal.

Por otra parte, se estima que las tareas de mantenimiento pueden concentrar una ocupación máxima de hasta 5 trabajadores en un mismo edificio o sector de incendios.

La actividad dispone de suficientes salidas directas en el exterior que garanticen que desde cualquier punto se puede acudir con un recorrido inferior a 50 m (sector de Riesgo BAJO con una ocupación inferior a 25 personas).

Todas las puertas que se utilizan para la evacuación serán de anchura superior o igual a 0,80m. de acuerdo con el CTE.

Todos los sectores disponen de número de salidas suficientes, de acuerdo con el Art. 6 del R.D. 513/17, con un recorrido de evacuación inferior al máximo admisible.

Como la medida adicional, las puertas de todas las salas con apartamentada eléctrica disponen de barras antipánico y abren en el sentido de la evacuación.

Ventilación:

Para plantas sobre rasante, el art. 7 hace la siguiente división:

RIESGO BAJO		No se exige ventilación natural
RIESGO MEDIO O ALTO	Producción	0,5 m ² / 200 m ² (*)
	Almacenamiento	0,5 m ² / 150 m ² (*)

(*) Valores de superficie o fracción.

En nuestro caso, no se exige ventilación natural al edificio de control.

Riesgo Forestal:

No es necesario mantener una franja libre de vegetación arbustiva alrededor de todo el recinto de 25 metros de anchura, por ser la actividad de Riesgo BAJO.

2.3.3. Instalaciones de protección

Detección automática de incendios:

De acuerdo con el Art. 3 del Anexo III, no se requerirá en ningún sector.

Aunque, en todas las salas con apartamentada (salas de celdas, salas de control, salas de transformador de Servicios Auxiliares) se dispone de detección automática de incendios, de tipo detector iónico de humos conectada a una central de alarma interior y comunicada con el exterior.

Pulsadores de alarma de incendios:

De acuerdo con el Art. 4 del Anexo III, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar el pulsador no debe superar los 25m.

Comunicación de alarma de incendios:

De acuerdo con el Art. 5 del Anexo III, no se requiere, puesto que la superficie total es inferior a 10.000 m².

Aunque, en caso de emergencia la central de alarma activará una sirena ubicada en el exterior del edificio y dará señal al centro de control.

Justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios:

De acuerdo con las características de la actividad y la legislación vigente, el establecimiento no requiere de abastecimiento de agua contra incendios.

Hidrantes exteriores:

De acuerdo con el art. 7 del Apéndice 3, no se requiere en ningún sector.

Extintores:

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados preferentemente próximos a los puntos donde se estime una mayor probabilidad de iniciarse un incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación, y se cumplirá que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta un extintor no supere los 15 m.

Se colocarán preferentemente sobre soporte fijado a paramentos verticales, de forma que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m. sobre el suelo.

La dotación de extintores portátiles para cada sector de incendio, será:

Planta	Eficacia	Superficie cubierta
BAJO (Edificio)	21 A	1 los primeros 600 m ²
		1 cada 200 m ² siguientes o fracción

Los cuadros eléctricos principales se protegerán con extintores de dióxido de carbono (CO₂) o polvo seco BC o ABC, con un mínimo de 5 kg y 6 kg respectivamente.

Para la distribución en planta de los extintores consultar plano.

De acuerdo con la Tabla II del apéndice II del RIPCI, se llevarán a cabo las siguientes operaciones de mantenimiento por una empresa homologada:	
Cada año	Verificación del estado de la carga, peso y presión. Comprobación del estado de la manguera, boquilla, lanza, válvulas y partes mecánicas
Cada 5 años	Retimbrado, con un máximo de tres operaciones.

Bocas de Incendio Equipadas:

De acuerdo con el artículo. 9 del Apéndice 3, no se requiere en ningún sector.

Columna seca:

No procede, dado que la altura de evacuación es inferior a 15 m.

Rociadores automáticos de agua:

De acuerdo con el Artículo. 11 del Apéndice 3, no se requiere en ningún sector.

Alumbrado de Emergencia:

La Subestación dispondrá de instalación de alumbrado de emergencia repartido por el edificio de control, iluminando las zonas de paso, así como las salidas de emergencia. Se colocarán encima de las puertas de salida o bien repartidas de manera que iluminen las vías de evacuación para orientar al personal.

Los equipos de alumbrado de emergencia serán autónomos, con batería de Ni-Cd, de una hora de duración como mínimo. Se preverá que entren en funcionamiento automático al producirse un error en el alumbrado, o cuando la tensión baje por debajo del 70% de su valor nominal.

Proporcionarán una iluminación de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo, en los recorridos de evacuación, y de 5 lux en los espacios donde se encuentren instalados cuadros eléctricos o equipos centrales y cuadros de controles del sistema de protección contra incendios.

Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones que puedan afectar la actividad en materia de prevención de incendios:

Según el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos Técnicos (R.D. 337/2014), el transformador debe disponer de una cubeta para la recogida de aceite en caso de derramamiento, situado bajo la rodadura del propio transformador, y que cubre toda la planta en que se puede proyectar el aceite. Esta cubeta de hormigón estará repleta de grava de dimensión adecuada para el filtrado y apagado del aceite en caso de incendio. En nuestro caso, además se ha proyectado un depósito de hormigón enterrado con capacidad para alojar todo el aceite del transformador que recogerá el aceite procedente de la cubeta.

3. Organización de la Emergencia

Las actividades con una superficie superior a los 1.000 m² y más de 10 personas han de prever la confección de un Plan de Autoprotección con el contenido siguiente:

- Documento 1: Evaluación de riesgo
- Documento 2: Instalaciones de protección
- Documento 3: Plan de emergencia y evacuación
- Documento 4: Implantación y simulacros

Para todos los condicionantes establecidos, no se requiere la confección de un plan de Autoprotección.

4. Ficha de Características y Requisitos de cada Sector de Incendios, de acuerdo con el R.D. 513/17

R.D. 2267/04 - REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Sector					
EDIFICIO DE CELDAS, CONTROL Y SERVICIOS					
ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, REPARACIÓN,...					
Actividades desarrolladas dentro el mismo sector: Anexo 1, art 3.2, tabla 1.2	Densidad de carga de fuego (q_{fi}) Anx. 1, art 3.2, tabla 1.2 [MJ/m ²]	Superficie de la actividad (S_i) [m ²]	Grado de peligrosidad (C_i) Anx. 1, art 3.2, tabla 1.1	Densidad carga de fuego corregida $q_{fi} \cdot S_i \cdot C_i$ [MJ]	Riesgo de actividad (R_{fi}) Anx. 1, art 3.2, tabla 1.2
a) Sala de celdas M.T. (Transformadores, estación de)	300	88,32	1,0	26.496	1,5
b) Sala de Control y SSAA (Aparatos eléctricos)	300	68,22	1,0	20.466	1,0
c) Sala de vestuarios (Guardarropa, armarios metálicos)	80	11,99	1,0	959	1,0
d) Aseo masculino (Guardarropa, armarios metálicos)	80	8,58	1,0	686	1,0
e) Aseo femenino (Guardarropa, armarios metálicos)	80	8,58	1,0	686	1,0
f) Despacho operación (Oficinas técnicas)	600	7,39	1,0	4.434	1,0
g) Despacho promotor 1 (Oficinas técnicas)	600	7,39	1,0	4.434	1,0
h) Cocina / office (Alimentación, platos precocinados)	200	9,74	1,0	1.948	1,0
i) Almacén - Taller (Taller reparación)	800	78,93	1,0	63.144	1,0
j) Almacén de residuos (Taller reparación)	800	50,29	1,0	40.232	1,0
Subtotal		339,43		163.486	
RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN					
1.- Tipo de ubicación (A, B, C, D o E) Anexo 1, art. 2.11.3.1	C				
2.- Superficie total del sector de incendios (m ²) $A \approx \sum S_i$	A	339,43			
3.- Riesgo de activación predominante Max (R_{fi}) para sectores de sup > 10%	R_{fi}	1,50			
4.- Actividad predominante Si Sup. Almacenamiento>10%—> Almacenaje	PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN				
5.- Densidad de carga de fuego total, ponderada y corregida (MJ/m ²) $\sum (q_{fi} \cdot S_i \cdot C_i) / \sum (S_i \cdot C_i) = R_{fi} \cdot A$	Q_f	722			
6.- Clasificación: Nivel de Riesgo Intrínseco Anexo 1, Art. 3.5, tabla 1.3 (para MJ/m ²)	2 BAJO				
7.- CONDICIONANTES					
El sector de incendio está situado bajo rasante?	SÍ/NO	NO			
El sector es en una segunda planta bajo rasante o la altura de evacuación en sentido ascendente es > 4 m.?	SÍ/NO	NO			
El perímetro accesible del edificio es inferior al 25%?	SÍ/NO	NO			
El perímetro accesible del edificio es superior al 50%?	SÍ/NO	SI			
Se pondrán voluntariamente rociadores automáticos?	SÍ/NO	NO			
La altura de evacuación es de 15 m o superior?	SÍ/NO	NO			
Está alejado a más de 10 m. de otros establecimientos y todo el edificio es de una sola planta?	SÍ/NO	SI			
El sector está formado por una sola planta?	SÍ/NO	SI			
Hay plantas de otros sectores encima?	SÍ/NO	NO			
La cubierta en el sector es "ligera" (carga perm.< 100 kg/m ²)	SÍ/NO	SI			
Habrà almacenamiento de productos sólidos en el exterior?	SÍ/NO	NO			
REQUISITOS QUE HABRÀ DE CUMPLIR EL SECTOR					
8.- Máxima superficie admisible (m ²) Anexo 2, Apartado 2, tabla 2.1	A_{max}	6.000			
9.- Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes Anexo 2, Apartado 4.1, tabla 2.2 y Apartado 4.2	EF	Plantas sobre rasante: EF-30			
10.- Resistencia al fuego de paredes entre sectores del mismo establecimiento Anexo 2, Apartado 5.1	RF	Se trata de un sector único en edificio aislado			
11.- Resistencia al fuego de paredes o muros que lindan con otros establecimientos Anexo 2, Apartado 5.2	RF	Se trata de un sector único en edificio aislado			
12.- Distancias máximas de recorrido de evacuación (m) Anexo 2, Apartado 6.3.2	d	35			
13.- Altura máxima de las escaleras de evacuación descendente (m) Anexo 2, Apartado 6.3.3		20			
14.- Superficie mínima de ventilación natural (m ²) Anexo 2, Apartado 7		No se exige ventilación natural			
15.- Obligatorio instalar sistemas automáticos de detección de incendios? Anexo 3, Apartado 3.1		NO			
16.- Obligatorio instalar sistemas manuales de alarma de incendios? Anexo 3, Apartado 3.4		NO			
17.- Obligatorio instalar sistemas de comunicación de alarma? Anexo 3, Apartado 3.5		Solo si la superficie construida del establecimiento industrial > 10.000 m2.			
18.- Necesidad de agua para hidrantes exteriores: caudal (l/min) / autonom (min) Anexo 3, Apartado 3.7		No hacen falta hidrantes			
19.- Número mínimo de extintores (fuego A) y eficacia Anexo 3, Apartado 8.2, tabla 3.1		1 de 21A			
20.- Tipo BIE (Φ / simultaneidad / minutos de autonomía) Anexo 3, Apartado 9.2		No hacen falta BIE's			
21.- Obligatorio sistema de columna seca? Anexo 3, Apartado 10		NO			
22.- Obligatorio sistema de rociadores automáticos de agua? Anexo 3, Apartado 11		NO			



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Anexo IV – Estudio de Campos Magnéticos

ÍNDICE

1. Antecedentes	2
2. Limitación de los campos magnéticos.....	2
3. Campo electromagnético en el punto 1.....	4
4. Campo electromagnético en el punto 2.....	4
5. Campo electromagnético en el punto 3.....	4
6. Campo electromagnético en el punto 4.....	5
7. Recomendaciones de instalación	5
8. Conclusiones.....	6

1. Antecedentes

El Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, estableció una convocatoria para el otorgamiento del régimen retributivo específico a nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables en el sistema eléctrico peninsular por medio de una subasta competitiva.

Que ha sido publicado en el BOE de fecha 4 de Agosto de 2017, la resolución de 1 de agosto de 2017, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se inscriben en el registro de régimen retributivo específico en estado de preasignación a las solicitudes adjudicatarias de la subasta para la asignación del régimen retributivo específico convocada al amparo de lo dispuesto en el Real Decreto 359/2017, de 31 de marzo, y en la Orden ETU/315/2017, de 6 de abril:

2. Limitación de los campos magnéticos

El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

En cualquier caso, los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad, siendo éstos los conductores y embarrados de los diferentes niveles de tensión de la subestación.

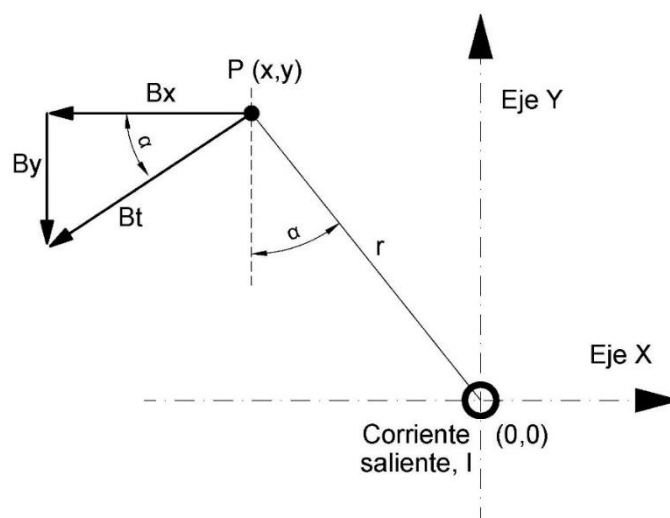
Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

$$B = \mu_0 \cdot H = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r} (T)$$

Donde:

I = Corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).

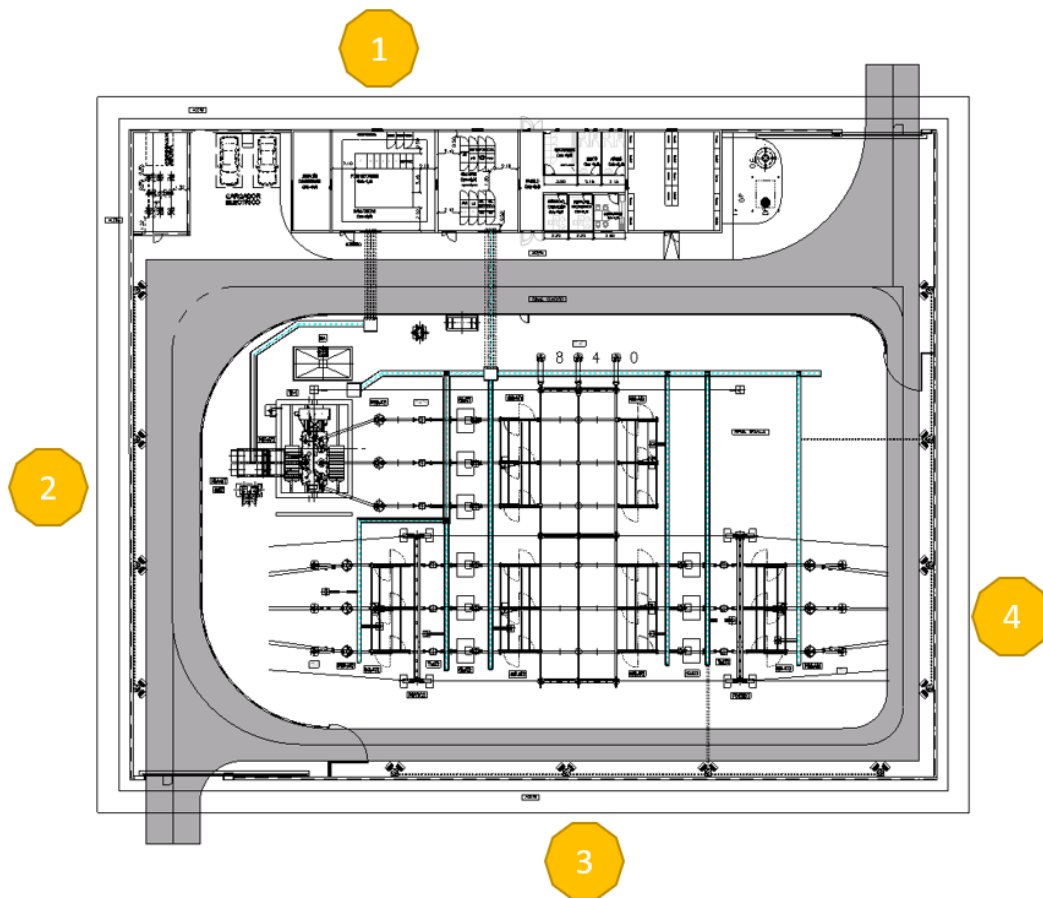
r = Distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).



Procedemos a aplicar esta ley en los siguientes supuestos:

- Punto 1: Punto exterior a la subestación más próximo al edificio de control.
- Punto 2: Punto exterior a la subestación más próximo al transformador T1 (220/30KV).
- Punto 3: Punto exterior a la subestación más próximo al embarrado de 220kV.
- Punto 4: Punto exterior a la subestación más próximo a la salida de Línea de 220 kV.

En la siguiente imagen se pueden observar los 3 puntos fuera de los límites de la subestación sobre los que se ha estudiado la influencia conjunta de los elementos de la instalación que generan un campo magnético.



Para cada uno de estos puntos se realizará el cálculo del campo magnético creado por los conductores capaces de inducir un mayor campo magnético, debido a su intensidad nominal o su separación entre fases:

- Salida de línea AT-3 a SET "Cleo"
- Salida de línea AT-2 a SET "Vadillo"
- Posición de salida de transformador (línea AT-1, PE)
- Barras 220 kV
- Barras de salida de trafo (TRP-1)
- Conjunto de celdas de MT (PE)

A continuación, se muestran los resultados de los campos electromagnéticos obtenidos para los puntos presentados previamente.

3. Campo electromagnético en el punto 1

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (μT)
Salida línea AT3 a SET "CLEO"	383,15	52	4	0,195
Salida línea AT2 a SET "VADILLO" (122MW)	320,17	44,2	4	0,225
Pos. Salida trafo - línea AT1 (PE)	62,98	30,7	4	0,091
Barras 220 kV	383,15	29,4	3,5	0,530
Barras salida trafo (TRP-1)	419,89	35	0,5	0,059
Conjunto de celdas MT-A PE	419,89	8,2	0,2	0,432
TOTAL				1,533

4. Campo electromagnético en el punto 2

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (μT)
Salida línea AT3 a SET "CLEO"	383,15	53,4	4	0,185
Salida línea AT2 a SET "VADILLO" (122MW)	320,17	28,9	4	0,521
Pos. Salida trafo - línea AT1 (PE)	62,98	30	4	0,095
Barras 220 kV	383,15	44,8	3,5	0,230
Barras salida trafo (TRP-1)	419,89	19,3	0,5	0,195
Conjunto de celdas MT-A PE	419,89	37,7	0,2	0,020
TOTAL				1,247

5. Campo electromagnético en el punto 3

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (μT)
Salida línea AT3 a SET "CLEO"	383,15	19,9	4	1,289
Salida línea AT2 a SET "VADILLO" (122MW)	320,17	19,9	4	1,077
Pos. Salida trafo - línea AT1 (PE)	62,98	32,7	4	0,080
Barras 220 kV	383,15	16	3,5	1,732
Barras salida trafo (TRP-1)	419,89	50	0,5	0,029
Conjunto de celdas MT-A PE	419,89	65,1	0,2	0,007
TOTAL				4,213

6. Campo electromagnético en el punto 4

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (μT)
Salida línea AT3 a SET "CLEO"	383,15	12,3	4	3,174
Salida línea AT2 a SET "VADILLO" (122MW)	320,17	44,8	4	0,219
Pos. Salida trafo - línea AT1 (PE)	62,98	46,6	4	0,040
Barras 220 kV	383,15	36,7	3,5	0,342
Barras salida trafo (TRP-1)	419,89	68,8	0,5	0,015
Conjunto de celdas MT-A PE	419,89	68,7	0,2	0,006
TOTAL				3,796

7. Recomendaciones de instalación

Según establece el apartado 4.7. de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de las instalaciones.

Particularmente, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño con objeto de minimizar los campos magnéticos generados:

- El tendido de los cables de potencia de alta y baja tensión se realizará de modo que las tres fases de una misma terna estén en contacto con una disposición al tresbolillo.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con zonas habitadas.

8. Conclusiones

En la siguiente tabla se recopilan los resultados totales de los 3 puntos objeto de estudio:

Resumen Campos	
Punto 1	1,533 μ T
Punto 2	1,247 μ T
Punto 3	4,213 μ T
Punto 4	3,796 μ T

En todos los casos estudiados, estos valores están muy por debajo de los 100 μ T establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

Estos cálculos se han realizado con criterios muy conservadores, por lo que es de esperar que en la realidad sean aún inferiores, teniendo en cuenta que los cables no son infinitos. El efecto de apantallamiento reduce considerablemente el valor del campo magnético.

Por lo tanto, se puede afirmar que la Subestación objeto de proyecto cumple la recomendación europea, y que el público no estará expuesto a campos magnéticos por encima de los recomendados en sitios donde pueda permanecer mucho tiempo.

No obstante, se recomienda realizar las mediciones oportunas una vez ejecutada la reforma, para comprobar que, efectivamente, se cumple lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Anexo V – Informe de Compatibilidad Urbanística

ÍNDICE

1. Objeto y Justificación	1
2. Términos Municipales Afectados	1
3. Justificación de la Adecuación Urbanística	2
3.1. Término Municipal de Épila.....	2
3.2. Ley de Urbanismo.....	6
4. Conclusiones.....	6

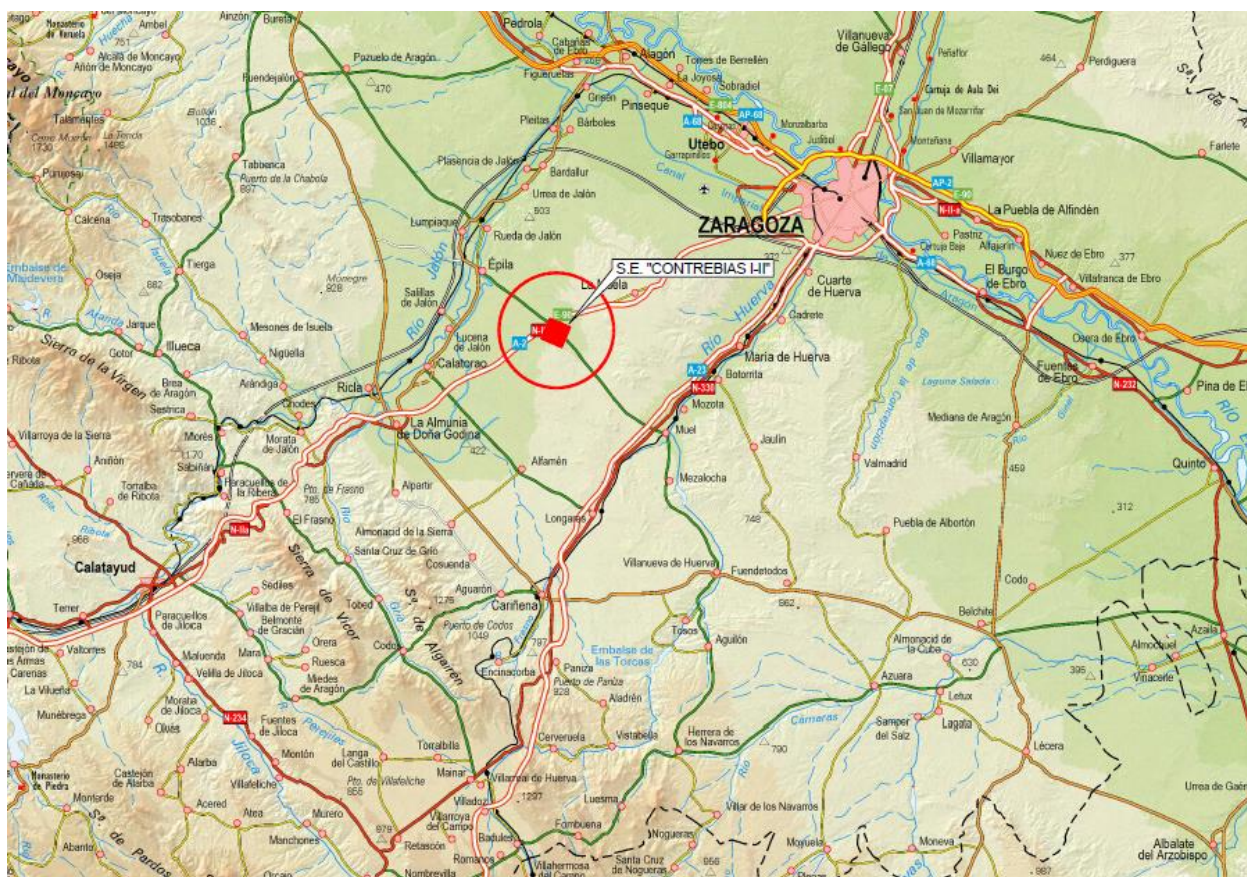
1. Objeto y Justificación

El objetivo de este anexo es la adecuación y justificación al planeamiento urbanístico vigente del proyecto de la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" situado dentro del término municipal de Épila, en la provincia de Zaragoza.

En la memoria del proyecto se ha realizado una descripción general de los trabajos a realizar, definiendo de manera particular la afección prevista y la solución propuesta, para proceder a su tramitación y validación, todo ello por analogía con las instalaciones de producción de energía eólica siguiendo las directrices definidas en el art. 13 del Decreto-Ley 2/2016, de 30 de agosto, cuyo objetivo es el impulso de la producción de energía eléctrica a partir de la energía eólica.

2. Términos Municipales Afectados

La Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" se encuentra en el Término Municipal de Épila, siendo la localización de la instalación de color rojo que se representa en la siguiente figura:



3. Justificación de la Adecuación Urbanística

El Plan General de Ordenación Urbana (P.G.O.U.) es un instrumento de planeamiento general a través del cual se clasifica el suelo, se determina el régimen aplicable a cada clase de suelo, y se definen los elementos fundamentales del sistema de equipamientos del municipio en cuestión.

Se contempla la división del término municipal en las siguientes clases de suelo:

- Suelo Urbano
 - o Consolidado
 - o No consolidado
- Suelo urbanizable
 - o Delimitado
 - o No delimitado
- Suelo no urbanizable

3.1. Término Municipal de Épila

El Ayuntamiento de Épila cuenta con un marco normativo de planeamiento urbanístico, el cual clasifica el suelo del término municipal en Urbano, Urbanizable (o apto para ser urbanizado), y No Urbanizable.

Se dan las definiciones extraídas de la normativa:

Suelo Urbano: Constituidos por terrenos que se encuentran en condiciones de (o en los que el plan de ejecución los habilite a) contar con acceso rodado, abastecimiento de agua, evacuación de aguas y suministro de energía eléctrica, o por estar comprendidas por la edificación al menos en dos terceras partes de su superficie, en la forma que aquel determine.

Suelo Urbanizable (o apto para ser urbanizado): Aquel suelo que puede ser transformado en urbano previa aprobación y ejecución de los preceptivos planes parciales y proyectos de urbanización, formalmente tramitados, y que se encuentren comprendidos dentro de los límites señalados en la documentación de las presentes Normas para clase de suelo.

Suelo No urbanizable: Los terrenos no incluidos en los dos apartados anteriores y excluidos del proceso de urbanización.

El terreno de emplazamiento de la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" se clasifica como tipo No Urbanizable Genérico. En la siguiente imagen se puede ver la representación de dicha clasificación.



El régimen de actuación para el plan de urbanización dispuesto en el marco normativo municipal para el tipo de suelo No Urbanizable Genérico, dentro del marco de "Instalaciones de Utilidad Pública" establece los requerimientos que se resumen a continuación:

- Las obras en construcción o instalación se someterán a lo establecido en el artículo 86 de la ley de suelo y 36 del reglamento de planeamiento.
- El procedimiento para la obtención de la licencia correspondiente será acorde al artículo 43.3 de la ley de suelo y el artículo 44 del reglamento de Gestión.
- Se iniciará mediante gestión en el ayuntamiento en el que se hagan constar los siguientes extremos
 - Nombre y apellido, o, en su caso denominación social, y domicilio de la persona física o jurídica que lo solicite.
 - Emplazamiento y superficie de la finca en la que se pretende construir, reflejados en un plano.
 - Superficie ocupada por la construcción y descripción de las características generales de la misma.

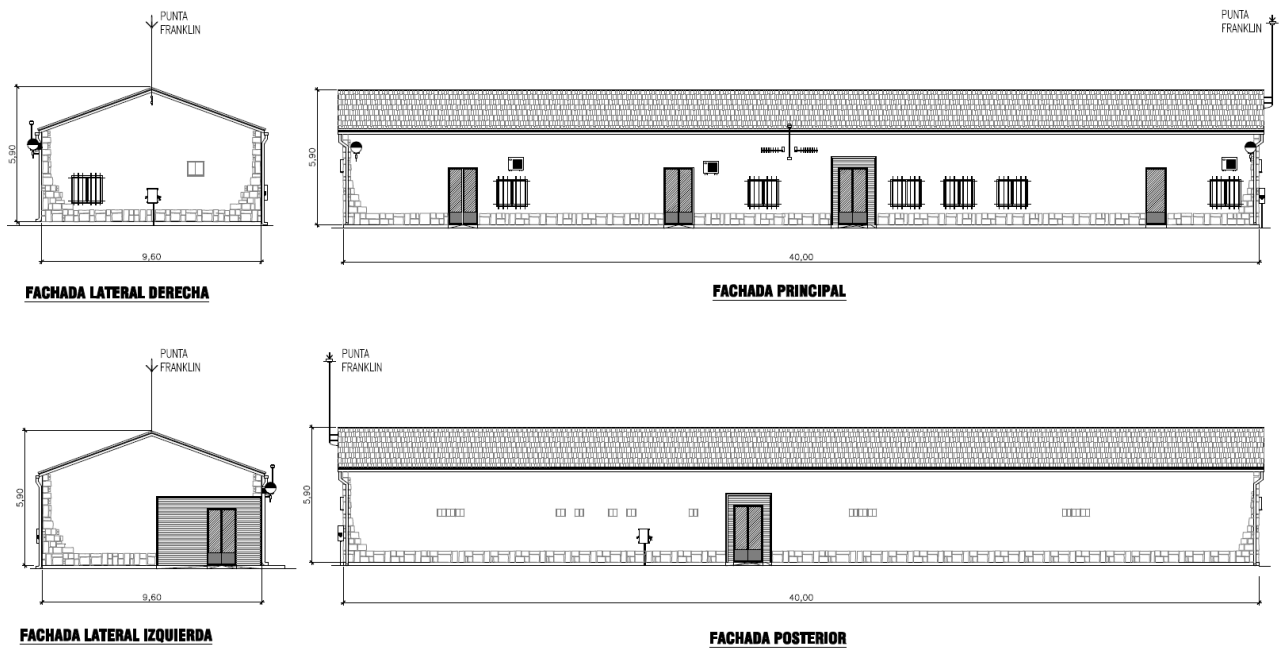
Así mismo, se menciona la necesidad de establecer justificación del emplazamiento y/o actividad en terrenos agrícolas y zonas alejadas de núcleos urbanos. Para el presente proyecto la justificación subyace en las siguientes premisas:

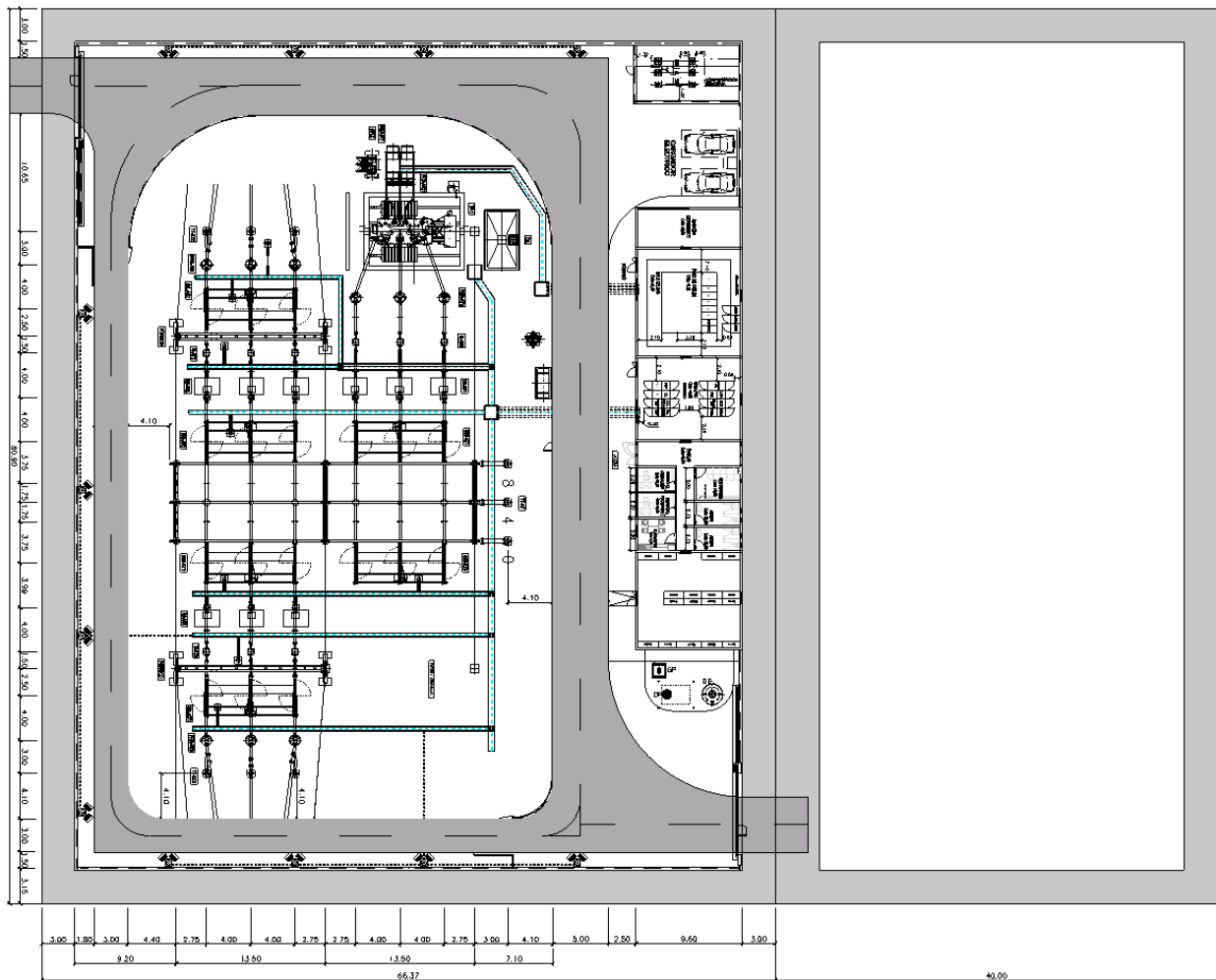
- Incrementar la seguridad de las personas por establecer mayores distancias entre sistemas de alta tensión y los núcleos urbanos.
- Aprovechamiento de los recursos energéticos renovables en las zonas en que estos se encuentran. En este caso se trata del recurso eólico, y se debe a que la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" surge como consecuencia de necesidad de evacuación de energía del Parque Eólico Contrebias a la Red Eléctrica.
- Emplazamiento de obras de infraestructura eléctrica en los puntos de la red en donde la explotación sea rentable y factible desde un enfoque de eficiencia energética.

Por otra parte, y a falta de una clasificación más específica para el caso de explotaciones vinculadas a la energía o subestaciones, se mencionan los requerimientos normativos municipales generales del apartado IV.4.2. "Construcciones e Instalaciones Vinculadas a la Ejecución, Entretenimiento y Servicio de las Obras Públicas", los cuáles se cumplen en el presente proyecto:

A) Edificabilidad de 1 metro cuadrado/metro cuadrado como máximo.

Se muestran a continuación capturas de los planos de planta fachada de los edificios que verifican el valor por debajo de la unidad.





B) Altura máxima: 2 plantas, 7 metros, salvo elementos especiales funcionales.

Se cumple con el requerimiento con excepción de las puntas franklin empleadas para protección contra descargas atmosféricas, y el pórtico de línea mediante el cual se proyecta la salida de línea en 220 kV. Se consideran estos elementos como especiales para el funcionamiento de la explotación.

C) Retranqueos: Las distancias establecidas por las normas específicas.

Se extrae a continuación Instrucción técnica complementaria MIE-RAT 15 sobre instalaciones eléctricas de exterior, la cual se usará para la definición del perímetro de vallado de la subestación.

“Todo el recinto de los parques destinados a instalaciones señaladas en el apartado a) del punto anterior, deberá estar protegido por una valla, enrejado u obra de fábrica de una altura "k" de 2,20 metros como mínimo, medida desde el exterior, provista de señales de advertencia de peligro por alta tensión en cada una de sus orientaciones, con objeto de advertir sobre el peligro de acceso al recinto a las personas ajenas al servicio.

Por otra parte, se instalará un segundo vallado con una disposición tal de dar cumplimiento al requerimiento de tensiones de paso y contacto ante una eventual descarga a tierra en la malla de puesta a tierra de la subestación, según ANSI/I.E.E.E. GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING 1986.

3.2. Ley de Urbanismo

La vigente Ley de Urbanismo de Aragón (LUA, Decreto-Legislativo 1/2014) establece en sus artículos 35 al 37, el régimen para la autorización de usos que quepa considerar de utilidad pública o interés social y hayan de emplazarse en el medio rural, en suelo no urbanizable mediante autorización especial, tanto en suelo no urbanizable genérico como en suelo no urbanizable especial, siempre que en este segundo caso no "impliquen transformación de su destino o naturaleza, lesionen el valor específico que se quiera proteger o infrinjan el concreto régimen limitativo establecido por los instrumentos de ordenación territorial, los planes de ordenación de los recursos naturales, la legislación sectorial o el planeamiento urbanístico" y estén previstos en estos instrumentos.

La Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" se ha desarrollado en consideración a las competencias atribuidas a las Administraciones Públicas y con base legal en la normativa sectorial de los términos municipales afectados.

El proyecto para la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" y sus infraestructuras de evacuación, también ha sido desarrollado en consonancia con las estipulaciones medioambientales, factores climáticos y tradicionales de la zona, logrando de este modo minimizar la afección al paisaje y al Medio ambiente.

4. Conclusiones

La solución propuesta para la Subestación 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" se considera ajustada a la normativa vigente, salvo cualquier otra opinión mejor fundada en derecho y subordina a los criterios de la jurisprudencia, que cuanto antecede, salvo error u omisión involuntarios, no incumplirá ninguna de las limitaciones recogidas en los anteriores instrumentos de Ordenación Urbana vigentes del término municipal afectado: Épila.



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Anexo VI – Declaración Responsable

**DECLARACIÓN RESPONSABLE PARA LA AUTORIZACIÓN
ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN**

D. Óscar Escusa Villalba, con D.N.I. 29.118.786-G, Ingeniero Industrial, colegiado nº 2.832 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja (C.O.I.I.A.R.), al servicio de la empresa Servicios Auxiliares de Telecomunicación S.A. (SATEL), y con domicilio, a efectos de notificación, en Avenida Pablo Gargallo, nº 100, 5ª planta, 50003 de Zaragoza, mediante la presente,

DECLARA BAJO SU RESPONSABILIDAD:

Que es el autor del proyecto de ejecución titulado **"SUBESTACIÓN 220/30 kV "CONTREBIAS I-II" EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ÉPILA (PROVINCIA DE ZARAGOZA).**

Que el citado proyecto cumple con toda la normativa que le es de aplicación a los efectos de lo establecido en el apartado 1b) del artículo 53 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Y para que conste y produzca los efectos oportunos, expido y suscribo esta Declaración.

Zaragoza, Agosto de 2024
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL



David Gavín Asso
Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.



SUBESTACIÓN 220/30 kV “CONTREBIAS I-II”
Anexo VII – Relación de Bienes y Derechos
Afectados

ÍNDICE

1. Objeto.....	1
2. Datos del catastro	1
3. Obtención de las superficies	1
4. Clasificación de las superficies	1
4.1.- Superficie de la subestación (m ²).....	1
4.2.- Longitud de viales definitivos (m)	1
4.3.- Superficie definitiva de viales (m ²).....	1
4.4.- Superficie de viales temporales (m ²)	1
4.5.- Superficies eventuales durante fase construcción (m ²).....	1
4.6.- Superficie de campa (m ²)	2
5. Superficies de la Declaración de Utilidad Pública	2
5.1. Servidumbre de paso para la vigilancia y conservación	2
5.2. Ocupación temporal.....	2
5.3. Superficie de ocupación definitiva	2
6. Tabla RBDA	3
7. Índice parcelario RBDA	4
8. Planos RBDA	4

1. Objeto

Se describen en el presente documento la relación de bienes y derechos afectados (denominada RBDA de aquí en adelante) afectados como consecuencia de la ejecución y explotación de la SET CONTREBIAS I-II.

2. Datos del catastro

Los datos consultados han sido obtenidos de la base a los parcelarios definidos por la Dirección General de Catastro "Secretaría de Estado de Hacienda".

3. Obtención de las superficies

A partir del trazado en planta (correspondiente a caminos y plataformas), y en concreto de su banda de ocupación, y del contraste de esta información con la información catastral, se ha obtenido la relación detallada de las parcelas afectadas total o parcialmente por las obras, y las superficies de las mismas objeto de este anejo.

En la relación individualizada de los bienes afectados que se acompaña en este documento, se expresa por columnas, los datos referentes a término municipal, número de polígono, número de parcela, referencia catastral, área, uso del suelo y superficies afectadas (ya sea ocupación definitiva, temporal, servidumbre de vuelo y/o servidumbre de paso).

Todo el proceso expuesto, se ha efectuado con herramientas y procesos informáticos, partiendo de la cartografía catastral y de los datos de la banda de ocupación del proyecto.

4. Clasificación de las superficies

4.1.- Superficie de la subestación (m²)

En esta capa se definirá la superficie de la subestación, incluyendo los movimientos de tierra derivados.

4.2.- Longitud de viales definitivos (m)

En esta capa se definirán los ejes correspondientes a los viales definitivos ejecutados.

4.3.- Superficie definitiva de viales (m²)

En esta capa se definirá el área, de las superficies afectadas por los viales definitivos. Corresponde a la superficie de los caminos definitivos ejecutados. Incluirá toda la afección, es decir, terraplén, desmonte, etc.

4.4.- Superficie de viales temporales (m²)

Esta capa recogerá los viales temporales realizados durante la ejecución y que se restituirá a su estado inicial una vez finalizada su construcción.

4.5.- Superficies eventuales durante fase construcción (m²)

En esta capa se definirán las áreas correspondientes a la superficie eventual necesaria durante la construcción del parque.

PROYECTO SET "CONTREBIAS I-II"
ANEXO VII – RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

4.6.- Superficie de campa (m²)

Corresponde a la superficie, destinada para el acopio de materiales. En esta capa, también se incluirá la superficie, en metros cuadrados, destinada para la instalación de oficinas de obras e instalaciones de obra.

5. Superficies de la Declaración de Utilidad Pública

Para la solicitud de Declaración de Utilidad Pública, DUP en adelante, se establecen unas superficies de ocupación y/o servidumbre que son resultado de la suma parcial de las expuestas en el presente anejo. Así, la solicitud de DUP establece los conceptos que se detallan a continuación, donde se explican los sumandos que incorpora cada uno de ellos.

5.1. Servidumbre de paso para la vigilancia y conservación

Área en metros cuadrados de la parcela que debe reservarse como derecho de paso o acceso para construcción, vigilancia, conservación y reparación de instalaciones. Esta superficie será el resultado de la suma de:

Viales definitivos (que sean de carácter público o no privativo) + Viales temporales (viales que darán uso durante el transcurso de las obras o superficie de despeje de vegetación sobre la superficie del terreno para los vuelos de palas con el objeto de poder transportar las palas).

5.2. Ocupación temporal

Superficie total en metros cuadrados de la ocupación temporal de la afección en la parcela, es decir, el área que se empleará para la construcción del proyecto, a modo de ejemplo, zonas eventuales que se ocupan durante la obra: campa, acopio de materiales o las áreas temporales de acopio de tierras junto a la traza de los viales en ejecución.

Para este caso se corresponde con:

Superficies eventuales durante fase de construcción + Campa

5.3. Superficie de ocupación definitiva

Superficie total de afección por las superficies definitivas.

Esta superficie será el resultado de:

Viales definitivos (que no sean de carácter público o no privativo) + Superficie de subestación.

PROYECTO SET "CONTREBIAS I-II"
ANEXO VII – RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

6. Tabla RBDA

CÓDIGO DE PROYECTO	TIPO	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	SUB PARCELA	USO DEL SUELO	NOMBRE DEL MUNICIPIO	SUPERFICIES EVENTUALES DURANTE FASE CONSTRUCCIÓN	LONGITUD DE LOS VIALES (m)	SUPERFICIE TOTAL DE LOS VIALES	SUPERFICIE DE VIALES DEFINITIVOS	SUPERFICIE DE LA SUBESTACIÓN	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN DEFINITIVA	SUPERFICIE DE OCUPACIÓN TEMPORAL	SUPERFICIE TOTAL DE LA SUBPARCELA (m²)	SUPERFICIE TOTAL DE LA PARCELA (m²)	CÓDIGO MUNICIPAL	ORDEN
SETCT1	SET	50099A02000033	20	33	0	LABOR O LABRADIO SECANO	ÉPILA	2.145,83	71,62	715,08	715,08	10.201,10	10.916,18	2.145,83	23.528,00	23.528,00	50.099,00	1

PROYECTO SET "CONTREBIAS I-II"
ANEXO VII – RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

7. Índice parcelario RBDA

Nº DE ORDEN	REFERENCIA CATASTRAL	POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL	HOJAS
1	50099A020000330000WS	20	33	ÉPILA	1

8. Planos RBDA

- Implantación y parcelario - RBDA