



# 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:

Encargado por:

**MONEGROS SOLAR, S.A.**

A-99234601

Paseo Independencia Nº 21, central 3ª

50001-Zaragoza



# PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV Y LAAT 132 KV TORRERO PRE 132 KV - TORRERO 132 KV

Término Municipal de Zaragoza  
Provincia de Zaragoza

Mayo 2023

N.º REF.: 342211406-3302

VERSIÓN	N.º INTERNO	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	330	Mayo 2023	Primera versión	M.V.L.	J.R.A.	J.L.O.
2	330	Mayo 2023	Segunda Emisión	J.R.A.	J.R.A.	J.L.O.
3	330	Mayo 2023	Tercera Emisión	J.R.A.	J.R.A.	J.L.O.



**INGENIERIA Y PROYECTOS INNOVADORES SL**

C/Alhemas 6. Tudela. Navarra

Tel: +00 34 976 432 423

CIF: B50996719

## ÍNDICE DE PROYECTO

### DOCUMENTO 01. MEMORIA

*ANEXO 1. CÁLCULOS ELECTRICOS SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.*

*ANEXO 2. CÁLCULOS ELECTRICOS LÍNEA AÉREA*

*ANEXO 3. CÁLCULOS MECÁNICOS LÍNEA AÉREA*

*ANEXO 4. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y  
DEMOLICIÓN*

*ANEXO 5. ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS*

*ANEXO 6. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS DE AFECTADOS*

### DOCUMENTO 02. PLANOS

### DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

### DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO 05. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## DOCUMENTO 01. MEMORIA



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES, OBJETO Y DATOS PROMOTOR DEL PROYECTO .....	4
1.1	ANTECEDENTES.....	4
1.2	OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.3	PROMOTOR.....	5
2	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	6
3	SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV .....	9
3.1	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN .....	10
3.1.1	MAGNITUDES ELÉCTRICAS.....	10
3.1.2	DISTANCIAS.....	10
3.1.3	EMBARRADOS.....	12
3.1.4	PARQUE COLECTOR DE INTERIOR 30 KV .....	13
3.1.5	PARQUE DE INTEMPERIE 132 KV .....	13
3.2	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	14
3.2.1	CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA, Y TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....	14
3.2.1.1	Zona Intemperie – Parque de Alta Tensión 132 kV.....	14
3.2.1.2	Zona intemperie – Parque Exterior de Media Tensión 30 kV .....	18
3.2.1.3	Zona interior – Parque colector 30 kV .....	18
3.2.1.4	Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.....	23
3.2.1.5	Sistema de Control y Protección.....	24
3.2.1.6	Sistema de medida y facturación.....	25
3.2.2	MEDIDAS DE SEGURIDAD .....	26
3.2.2.1	Medidas de seguridad en general.....	26
3.2.2.2	Sistema de enclavamientos:.....	27
3.2.2.3	Materiales de prevención y seguridad:.....	27
3.2.2.4	Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.....	28
3.2.3	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SUBESTACIÓN .....	28
3.2.4	OBRA CIVIL .....	29
3.2.4.1	Edificio de control y celdas .....	29
3.2.4.2	Características constructivas.....	30
3.2.5	PARCELAS AFECTADAS.....	34
3.2.6	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	34
3.2.7	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	35
4	LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 132 KV .....	36
4.1	TRAZADO DE LA LINEA AEREA 132 kV .....	36
4.2	MINIMIZACIÓN DE AFECCIONES MEDIO AMBIENTALES .....	36
4.3	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN .....	37

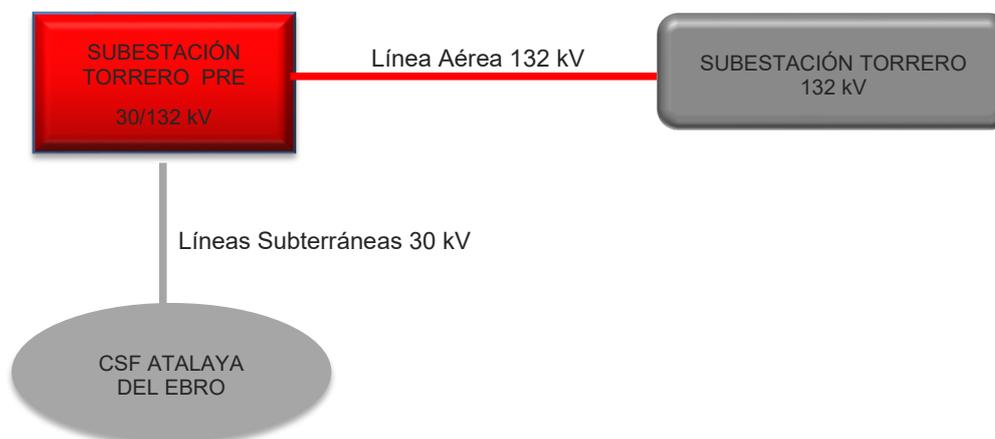
4.3.1	CARACTERISTICAS GENERALES .....	37
4.3.2	APOYOS.....	38
4.3.3	CONDUCTOR DE FASE Y COMUNICACION.....	39
4.3.4	CADENAS DE AISLAMIENTO.....	39
4.3.5	HERRAJES Y ACCESORIOS.....	40
4.3.6	EMPALMES Y CONEXIONES.....	41
4.3.7	CIMENTACIONES.....	42
4.3.8	PUESTA A TIERRA .....	43
4.3.9	SEÑALIZACION .....	45
4.3.10	PLANIFICACIÓN .....	45
5	AFECCIONES .....	46
5.1	AFECCIONES .....	46
5.2	NORMAS GENERALES SOBRE AFECCIONES.....	46
5.2.1	DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA.....	47
5.2.2	DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES.....	47
5.2.3	LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS Y LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN.....	47
5.2.4	DISTANCIAS HORIZONTALES.....	48
5.2.5	PASO POR ZONAS BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO .....	49
5.3	DETALLES DE AFECCIONES .....	51
5.3.1	EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, SLU.....	51
5.3.1.1	Afección nº1.....	51
5.3.1.2	Afección nº2.....	51
5.3.1.3	Afección nº3.....	51
5.3.1.4	Afección nº4.....	51
5.3.1.5	Afección nº5.....	52
5.3.1.6	Afección nº6.....	52
5.4	PLANTA SOLAR OPDE 14, S.L.....	52
5.4.1	AFECCIÓN Nº1 .....	52
5.5	CUADRO RESUMEN DE AFECCIONES .....	53
6	CONCLUSIÓN.....	54

## 1 ANTECEDENTES, OBJETO Y DATOS PROMOTOR DEL PROYECTO

### 1.1 ANTECEDENTES

Como consecuencia de la petición realizada por parte del promotor del proyecto de la central de generación eléctrica con tecnología solar fotovoltaica a instalar y desarrollar en el término municipal de Zaragoza, se realiza el presente proyecto técnico administrativo, con la finalidad de definir la subestación y línea de evacuación necesarias para poder conectar dicha central solar fotovoltaica a la red de distribución de Endesa Distribución.

Dicha central solar fotovoltaica evacuará la energía generada a través de una nueva subestación colectora y desde estas instalaciones y a través de una nueva línea eléctrica aérea en el nivel de tensión de 132 kV, hasta llegar a la Subestación Torrero 132 kV, propiedad de Endesa y punto de entrega de la energía generada por dicha central solar fotovoltaica.



 Objeto del Proyecto

### 1.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la descripción de la subestación Torrero Pre 30/132 kV y la línea aérea de conexión con SET Torrero 132 kV, las cuales formaran parte de las infraestructuras de evacuación necesarias para la evacuación de la energía eléctrica generada por la Central Solar Fotovoltaica Atalaya del Ebro.

La SET Torrero Pre 30/132 kV, realizará las labores de evacuación de la CSF Atalaya del Ebro y tendrá capacidad de reserva para la evacuación de futuros proyectos.

La denominación de esta Central Solar Fotovoltaica, y su correspondiente potencia nominal prevista instalada es la siguientes:

- CSF Atalaya del Ebro 4,90 MWn

Con todo ello, el presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para obtener la Aprobación del presente Proyecto Técnico Administrativo, que ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en el Real Decreto



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



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, y el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- Con todo ello, se pretende la obtención tanto de la correspondiente Autorización Administrativa Previa como la consiguiente Autorización Administrativa de Construcción.

Por lo tanto, el objeto del presente proyecto es la definición de las siguientes instalaciones eléctricas:

**1.- Subestación Torrero Pre 30/132 kV:** Nueva subestación colectora, situada en el término municipal de Zaragoza, que tiene como misión elevar mediante un transformador al nivel de 132 kV la energía procedente de la CSF Atalaya del Ebro y evacuar dicha energía mediante una línea aérea 132 kV.

**2.- Línea Aérea de Alta Tensión de 132 kV:** Nueva línea aérea de alta tensión que se encargara de transportar la energía eléctrica proveniente de la SET Torrero Pre hasta la subestación TORRERO 132 kV propiedad de Endesa.

### 1.3 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es:

- Razón Social: MONEGROS SOLAR, S.A.
- CIF: A-99234601
- Domicilio social: Paseo de la Independencia, núm. 21, central 3ª, 50001 – Zaragoza (España)
- Persona de contacto: Carlos Tierra Galán
- Teléfono: 976 232 069
- Email: monegrossolar@samca.com

## 2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

### SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales - (B.O.E. nº298, 13-12-03).
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

### OBRA CIVIL

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras-Remates de obras.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 450/2022, de 14 de Junio, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.

- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, del Ministerio de Obras Públicas (PG-3). aprobado por Orden Ministerial de 6 de Febrero de 1976 (B.O.E. de 7 de Julio) con las modificaciones introducidas en diversos artículos por la Orden Ministerial de 21 de Enero de 1988 y posteriores (Parte 2, Parte 7 en el 2000).
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se apruébala Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 0001937 JOSE LUIS OVEJUNA VISTADO: 23/05/2023 SE FEC: 23/05/23 INGENIERIA Y PROYECTOS</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">inproin</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">VISTADO</p> </div>
---	---	--

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C Octubre 2002.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Orden de 23 de mayo de 1995 por la que se crea el Registro de Instalaciones de Producción en Régimen Especial.
- Decreto 189/1997, de 26 de septiembre por el que se establece el procedimiento para la autorización de instalaciones de producción de electricidad.
- Decreto 107/1998, de 4 de junio de medidas temporales en los procedimientos para la autorización de instalaciones de producción de electricidad.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Reglamento (UE) nº 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes

Para la conexión a la red de distribución propiedad de Endesa se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red eléctrica de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico – LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014. Además, se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. Sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta dichos procedimientos, así como las prescripciones técnicas de aplicación.

### 3 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV

Como se ha indicado anteriormente, para la evacuación de la energía generada por la CSF Atalaya del Ebro, se propone la construcción de una nueva subestación denominada “Subestación Torrero Pre 30/132 kV”, desde donde se evacuará mediante una línea aérea de 132 kV hasta la subestación Torrero 132 kV propiedad de Endesa.

La subestación estará emplazada en el término municipal de Zaragoza y consiste en el siguiente elemento:

- Subestación Torrero Pre 30/132 kV de evacuación de una central solar fotovoltaica, contará con unas dimensiones aproximadas de 38,20 metros de ancho x 41 metros de longitud.

Las coordenadas UTM de los cuatro vértices de la Subestación son:

SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1	678.723,00	4.607.571,65
V2	678.759,48	4.607.560,31
V3	678.747,30	4.607.521,16
V4	678.710,83	4.607.532,50

La Subestación estará configurada en dos niveles de tensión, un primer nivel a 30 kV y otro nivel de tensión de evacuación del parque a 132 kV; dichos niveles se materializarán, respectivamente, en un parque colector de interior a 30 kV y un parque intemperie a 132 kV.

Las funciones y composición de cada uno de ellos, consisten esquemáticamente en:

#### Parque de interior colector a 30 kV:

- Recibe cada una de las líneas colectoras de Media Tensión procedentes de la interconexión de los centros de transformación de la CSF Atalaya del Ebro, recogiendo la energía generada.
- Dispone de celdas de maniobra y protección para las líneas de M.T citadas y transformador de servicios auxiliares.
- Se prevé una celda análoga para la protección del transformador de potencia, lado 30 kV.

Además, se tienen otros elementos como:

- Transformador de Servicio Auxiliares.
- Cuadros de protecciones, control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones.
- Cables de potencia, control y maniobra.
- Instalación de puesta a tierra.

#### Parque de intemperie a 132 kV

Tiene como función elevar al nivel de 132 kV la energía eléctrica generada por la central solar fotovoltaica y conectar con la línea de alta tensión en 132 kV mediante un transformador de potencia (132/30 kV) y una posición de línea.

El parque intemperie de 132 kV en la subestación estará compuesto por:

- (1) Una posición de Línea – Transformador 30/132 kV para la evacuación de la central solar fotovoltaica.



### 3.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

Tal y como se ha indicado anteriormente, la subestación eléctrica estará compuesta por un Parque Colector de Interior a 30 kV y otro Parque de Evacuación de Intemperie a 132 kV. Se atenderán los siguientes datos, los cuales corresponden a cada nivel de tensión.

#### 3.1.1 MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

##### Parque 132 kV

Tensión nominal .....	132 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	145 kV
Neutro.....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	31,5 kA
Tiempo de extinción de la falta.....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a frecuencia industrial .....	275 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	650 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	3.625 mm (25 mm/kV)

##### Parque 30 kV

Tensión nominal .....	30 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	36 kV
Intensidad de cortocircuito trifásico (valor eficaz).....	25 kA
Tiempo de extinción de la falta.....	1 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a frecuencia industrial .....	70 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	170 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	900 mm (25 mm/kV)

#### 3.1.2 DISTANCIAS

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

##### Conductores tendidos:

Este tipo de conductores se verán sometidos bajo ciertas condiciones de defecto a movimientos de gran amplitud, los cuales, y durante algunos instantes, aproximan entre sí a los conductores de fase hasta unas distancias inferiores a las normalizadas.

Por consiguiente, es posible considerar unas distancias mínimas temporales de aislamiento inferiores a las normalizadas ya que debe tenerse en cuenta que:

Los tipos de sobretensiones a considerar son reducidos y sólo deben considerarse aquellas que pudieran ser simultáneas al propio defecto de cortocircuito y, con más precisión, al momento en el que los conductores se aproximan.

No es, por lo tanto, necesario considerar sobretensiones de tipo rayo, ya que es altamente improbable que coincidan con un cortocircuito entre fases.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Por otro lado, la longitud de vano que experimenta la reducción de la distancia de aislamiento es pequeña, y su duración es muy reducida, de forma que la posibilidad de fallo se hace mínima. En este sentido, hay que tener en cuenta que en el caso de conductores rígidos se elimina la posibilidad de una falta producida por el movimiento de los conductores tras una falta en las salidas de línea.

Basándose en lo anterior, se adoptan las siguientes distancias de aislamiento temporal en conexiones tendidas:

#### Parque 132 kV

Conductor - estructura.....	1.300 mm
Conductor - conductor.....	1.300 mm

#### Parque 30 kV

No está previsto el conexionado de conductores desnudos en intemperie en este nivel de tensión.

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

#### Parque 132 kV

Entre ejes de aparellaje.....	3.000 mm
Entre ejes de conductores tendidos.....	3.500 mm
Altura de embarrados de interconexión entre aparatos	4.500 mm (mínimo 2.300 mm)

#### Comunes

Anchura de vial.....	5.000 mm
----------------------	----------

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### 3.1.3 EMBARRADOS

#### **Disposición y tipo de embarrado**

Los conductores desnudos en el parque de intemperie estarán dispuestos en dos niveles:

##### Parque 132 kV

- Embarrados bajos, conexiones entre aparatos a 4 m de altura. Se realizarán con cable de aluminio-acero/con.
- Embarrados altos, conexiones entre interruptor automático y transformador a 5,90 m de altura, Se realizarán con tubo de aluminio.

#### **Embarrados en cable**

La interconexión del aparellaje estará formada por cables de aluminio con alma de acero, los cuales tendrán la siguiente configuración y características:

##### Parque 132 kV

Formación .....	Simplex
Tipo de conductor: .....	LA-380 (337-AL1/44-ST1A)
Diámetro del conductor: .....	$\varnothing = 25,38$ mm
Sección del conductor: .....	As = 381 mm <sup>2</sup>
Peso propio del conductor: .....	ms = 1.275 kg/km
Módulo de elasticidad: .....	E = 6.900 daN/mm <sup>2</sup>
Carga de rotura .....	10.650 daN
Resistencia Eléctrica (20°C).....	0,0857 $\Omega$ /km

La unión entre conductores y entre éstos y la aparamenta se realizará mediante piezas de conexión provistas de tornillos de diseño embutido, y fabricadas según la técnica de la masa anódica.

##### - Nivel en 30 kV

La celda de protección de transformador en 30 kV se conectará al embarrado del transformador de potencia mediante configuración de cables aislados.

- 3x(3x1x630) mm<sup>2</sup> en cobre para 18/30 kV HEPRZ1 (etileno propileno). Conexión a transformador de potencia desde la celda de protección de transformador del CSF Atalaya del Ebro.
- 3x1x150 mm<sup>2</sup> en aluminio para 18/30 kV HEPRZ1 (etileno propileno). Conexión a transformador de servicios auxiliares.

#### **Embarrados en tubo**

##### Parque 30 kV

Las características de los tubos destinados a los embarrados a la salida del transformador de potencia en 30 kV serán las siguientes:

Aleación.....	AlMgSiO, 5 F22
Diámetros exterior/interior .....	100/88 mm



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Sección total del conductor ..... 1.770 mm<sup>2</sup>

Los tubos no podrán ser soldados en ningún punto o tramo, por lo que se ha previsto que su suministro se realice en tiradas continuas y en tramos conformados, cortados y curvados en fábrica, debiéndose proceder a pie de obra tan sólo a su limpieza y montaje posterior.

### 3.1.4 PARQUE COLECTOR DE INTERIOR 30 kV

Tiene como función recibir la energía generada y transformada por la CSF Atalaya del Ebro a 30 kV hasta el transformador en intemperie 132/30 kV.

CENTRAL SOLAR FOTOVOLTAICA (CSF)	Nº DE CELDAS DE LÍNEA	Nº DE CELDAS DE PROTECCIÓN TRANSFORMADOR	Nº DE CELDAS DE PROTECCIÓN TRANSFORMADOR SS.AA
ATALAYA DEL EBRO	1	1	1

Por lo tanto, tendremos los siguientes equipamientos:

- Celdas de 30 kV
  - Una (1) celda de línea con interruptor automático, con aislamiento seco en barras y corte en SF6, con transformadores de intensidad para protección, control y medida de línea colectora.
  - Una (1) celda de protección de transformador con interruptor automático, con aislamiento seco en barras y corte en SF6, con transformadores de intensidad para protección y control del primario del transformador de intemperie 132/30 kV.
  - Una (1) celda de protección de transformador de servicios auxiliares, con interruptor seccionador de tres posiciones y fusible asociado.
  - Tres (3) transformadores de tensión en 30 kV, enchufables en barras para protección, control y medida.
- Elementos Varios
  - Un (1) transformador de servicios auxiliares alimentado desde la celda destinada a tal efecto para servicios auxiliares (SS.AA.) de 50 kVA de potencia y relación 30/0,4 kV
  - Líneas de interconexión a 30 kV, desde el transformador de potencia de intemperie 132/30 kV (T-1) con cable UNE RHZ1 18/30 kV hasta la celda de protección de transformador.

### 3.1.5 PARQUE DE INTEMPERIE 132 kV

Tal y como se ha indicado anteriormente, este parque de 132 kV tiene como función elevar la energía eléctrica generada por la central solar fotovoltaica a este nivel de tensión para poder evacuar mediante una nueva línea aérea en 132 kV a la red de transporte conectando con la subestación eléctrica Torrero 132 kV.

El parque intemperie de 132 kV en la subestación Torrero Pre 30/132 kV, estará compuesto por las siguientes posiciones:

- (1) Una posición de Línea – Transformador 30/132 kV para la evacuación de la CSF Atalaya del Ebro en la subestación Torrero 132 kV.

La aparamenta a instalar en dicho parque 132 kV será la siguiente:



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



POSICIÓN	APARAMENTA	IDENTIFICACIÓN ELEMENTOS	CANTIDAD
Posición de Línea – Transformador (Pos. 1)	Pararrayos autoválvulas	PY-11T	3
	Pararrayos autoválvulas	PY-11L	3
	Seccionador tripolar con p.a.t.	89-11 / 57-11	1
	Interruptor tripolar	52-11	1
	Transformadores de intensidad	TI-11	3
	Transformadores de tensión	TT-11	3

- Control y protecciones:

En los esquemas unifilares de protección y medida de 132 y 30 kV, se refleja además el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de control, medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en recintos específicos “Sala de Control” y “Servicios auxiliares” del Edificio de Control.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Para la totalidad de la Subestación Torrero Pre 30/132 kV, se prevé una zona rectangular de dimensiones aproximadas: 41 m de largo por 38,20 m de ancho. Este espacio estará limitado y protegido con un cierre de valla de 2,40 m de altura mínima, para evitar contactos accidentales desde el exterior y el acceso a la instalación de personas extrañas a la explotación.

En el interior del recinto indicado se implantará un Edificio de Control y Celdas, para el promotor de dimensiones exteriores 33 m de largo por 10 m de ancho.

En la zona intemperie se han previsto pasillos y zonas de protección de embarrados, aparatos y cerramiento exterior, que cumplimentan la ITC-RAT 15, apartado 3. Por este motivo se colocará el aparellaje sobre soportes metálicos galvanizados de altura conveniente.

En el cerramiento se ha previsto una puerta peatonal y otra de 5 m con vial interior, para que un camión - grúa realice con facilidad la carga y descarga tanto de las máquinas como de la aparamenta y demás elementos.

#### 3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA, Y TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Se relaciona a continuación la aparamenta que se instalará en la Subestación, toda ella con el nivel de aislamiento definido anteriormente.

Para aislamiento en aire, los aisladores serán de línea de fuga mínima de 3.625 mm en 132 kV, equivalente a 25 mm/kV (línea de fuga normal), referida a la tensión nominal más elevada para el material de 145 kV.

##### 3.2.1.1 Zona Intemperie – Parque de Alta Tensión 132 kV

La disposición de la Zona intemperie de A.T. se refleja en el Plano ‘Planta General SET’. El tipo de aparellaje y su conexionado se contemplan en los Esquemas unifilares de protección y medida.

La subestación Torrero PRE 30/132 kV, en el parque de 132 kV, responderá a las siguientes características principales:



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Tensión nominal: ..... 132 kV  
Tensión más elevada para el material (Um): ..... 145 kV  
Tecnología: ..... AIS  
Instalación: ..... Intemperie  
Configuración: ..... Posición Línea – Transformador  
Intensidad de cortocircuito de corta duración: ..... 31,5 kA

### **Transformador de Potencia (T-1)**

Su función es elevar la tensión a niveles de 132 kV de la S.E.T. para evacuar la energía a la línea de transporte de 132 kV. Se instalará un transformador 132/30 kV, de tipo trifásico acorazado con las siguientes características principales:

- Tipo ..... Sumergido en aceite  
Instalación ..... Intemperie  
Número de fases ..... 3  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Potencias asignadas ..... 80/85 MVA  
Modo de refrigeración ..... ONAN/ONAF  
Conexión ..... YNd 11  
Tensión de cortocircuito ..... 11%  
Clase de aislamiento ..... A  
Normas constructivas y ensayo ..... UNE 20-100, IEC 60076, UNE 207005
- Arrollamiento de Alta Tensión
    - Tensión asignada .....  $132 \pm 10 \times 1,5\%$  kV
    - Potencia asignada ..... 80/85 MVA
    - Tensión de ensayo a onda tipo rayo ..... 650 kV (pico)
    - Tensión de ensayo a frecuencia industrial ..... 275 kV
    - Conexión ..... YN
    - Conmutador (21 posiciones) ..... En carga
  - Arrollamiento de Media Tensión
    - Tensión asignada ..... 30 kV
    - Potencia asignada ..... 80/85 MVA
    - Tensión de ensayo a onda tipo rayo ..... 170 kV (pico)
    - Tensión de ensayo a frecuencia industrial ..... 70 kV
    - Conexión ..... D
  - Protecciones del transformador
    - Imagen térmica
    - Termómetro



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Buchholz del trafo  
Buchholz del regulador en carga  
Liberador de presión  
Nivel de aceite

- Transformadores de intensidad tipo "Bushing" incorporados al transformador:

**Arrollamiento de 132 kV:**

Fases U,V,W: ..... 3 T/I relación 500/5, 20 VA/5P20  
Fases V: ..... 1 T/I relación 500/5, 15 VA/cl. 0,5  
..... (Alimentación del dispositivo de imagen térmica)  
Neutro:..... 1 T/I relación 500/5, 15 VA/10P10

La relación de transformación y clases de precisión de los transformadores de intensidad en bornas de los transformadores deberán de ser verificadas.

Todas las cajas de bornas de los transformadores de intensidad irán dotadas de borna de puesta a tierra.

Las características eléctricas y de precisión de los transformadores de intensidad estarán de acuerdo con la Norma UNE 21.088 parte 1.

**Interruptor automático 132 kV**

Serán de mando tripolar, con cámaras de corte en SF6, y con las siguientes características:

Instalación ..... Intemperie  
Tensión más elevada para el material ..... 145 kV  
Intensidad nominal ..... 2.000 A  
Poder de corte nominal en cortocircuito:  
Valor eficaz de la componente periódica..... 50 kA  
Número de polos ..... 3  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Elementos auxiliares:  
Tensión de mando de las bobinas de cierre y disparo ..... 125 Vcc +15%-30%  
Tensión de alimentación del motor de carga de resortes..... 125 Vcc ±15%  
Tensión de alimentación de los circuitos de calefacción y de la toma auxiliar de fuerza ..... 230±10%Vca

**Seccionador de línea de 132 kV:**

Serán de tipo rotativo de tres columnas, con cuchillas de puesta a tierra, de mando tripolar motorizado, y de las siguientes características:

Instalación ..... 3 columnas/Intemperie  
Tensión máxima de servicio ..... 145 kV  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Intensidad nominal en servicio continuo ..... 1.250 A



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Intensidad admisible máxima de corta duración (1 s) ..... 31,5 kA  
Intensidad límite dinámica ..... 125 kA

### **Pararrayos de 132 kV:**

Los pararrayos deberán tener las siguientes características:

Instalación/tipo ..... Intemperie/Zn 0  
Tensión máxima de servicio entre fases ..... 145 kV  
Tensión nominal ..... 132 kV  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Tiempo máximo de falta a tierra ..... 1s  
Tensión operación continua ..... 108 kV  
Intensidad nominal de descarga ..... 10 kA  
Tipo de servicio ..... continuo  
Clase ..... 3  
Equipamiento ..... Contador de descargas

### **Transformadores de intensidad:**

Servicio ..... Intemperie  
Tensión máxima de servicio entre fases ..... 145 kV  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Relación de transformación ..... 200-400/5-5-5-5 A  
Potencias de precisión ..... 20VA - 30VA - 30VA - 30VA - 30VA  
Clase de precisión: ..... cl- 0.2s – cl. 0.5 – 5P20 – 5P20 – 5P20  
Sobreintensidad en permanencia ..... 1,2 In  
Intensidad límite térmica (1s) ..... 80 In (min 50 kA)  
Intensidad límite dinámica ..... 200 In (min 2,5 Itermica)

### **Transformador de tensión inductivo**

Servicio ..... Intemperie  
Tensión máxima de servicio entre fases ..... 145 kV  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Relación de transformación  
○ Posición de Línea-Trafo .....  $132.000:\sqrt{3} / 110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3}$   
Potencias de precisión  
○ Posición de Línea-Trafo ..... 25VA - 50VA - 50VA  
Clase de precisión  
○ Posición de Línea-Trafo ..... cl. 0.2s – cl. 0.5-3P– 3P



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Intensidad límite térmica (1s) ..... 80 In (min 31,5 KA)

Intensidad límite dinámica ..... 200 In (min 2,5 Itermica)

(\*) NOTA: Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión de los transformadores de medida se adaptarán a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007), a sus Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas en la Orden TEC/1281/2019 y al sistema de protección y medida considerados en los Procedimientos de Operación del Sistema.

### 3.2.1.2 Zona intemperie – Parque Exterior de Media Tensión 30 kV

#### **Pararrayos de 30 kV:**

A instalar en los bornes de 30 kV del transformador, de características eléctricas:

Instalación ..... Intemperie  
 Tensión máxima de servicio entre fases ..... 36 kV  
 Clase de descarga ..... 10 kA  
 Clase de descarga según CEI 99-4 ..... Clase 2  
 Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
 Tipo de servicio ..... continuo

Además, dispondrá de transformadores de corriente toroidales para protección, de características 300/5 A, 15 VA y 5P10.

### 3.2.1.3 Zona interior – Parque colector 30 kV

En este parque interior se encontrarán alojadas las celdas de 30 kV, distribuidas en una sala independiente en el interior del Edificio de Control.

Las características generales de estas celdas metálicas prefabricadas son:

Las celdas son modulares y homogéneas, metálicas, compartimentadas, de aislamiento sólido encapsulado en barras principales, con interruptor automático y corte en SF<sub>6</sub>.

Su diseño, ensayo y construcción cumplen los requerimientos de las normas:

- IEC 60056, 60129, 60265, 60298, 60420, 60529, 60694, y 60932
- IEC 62271-1, 62271-100, 62271-200, 62271-102, 62271-103, 62271-105, 60044-1, 60044-2
- UNE 62271-1, 62271-100, 62271-101, 62271-102, 62271-107, 62271-200.

Las características eléctricas de las celdas son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS NOMINALES	
Tensión de servicio	30 kV
Tensión asignada	36 kV
Numero de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1 minuto)	70 kV



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Nivel de aislamiento a onda de choque (1,2/50 µseg)	170 kV
Intensidad nominal barras	2.000 A
Corriente de corta duración, 3 seg.	25 kA
Valor cresta de la corriente de corta duración	62,5 kA
Grado de protección S/UNE 20.324	IP3X
Ejecución resistente al arco interno	IEC-60298

- Carpintería

De gran robustez, se construye en chapa de acero recubierta de AlZn, plegada y atornillada.

Las celdas disponen de dos dispositivos aliviaderos de sobrepresión en la parte posterior, uno para el compartimento de barras e interruptor y otro para el compartimento de cables.

- Compartimentación

Las celdas se hallan divididas, por medio de tabiques metálicos internos, en los siguientes compartimentos individuales:

- Compartimento de baja tensión:

El compartimento de Baja Tensión, separado de la zona de Media Tensión, contiene los relés de protección y el resto de los elementos auxiliares de protección y control en Baja Tensión.

Dicho compartimento deberá de ser accesible para instalar en su frente y en su interior los distintos aparatos de maniobra, control y protecciones, así como un esquema sinóptico.

- Compartimento de barras.

El embarrado principal, que utiliza aislamiento sólido y apantallado puesto a tierra, está situado fuera del compartimento de corte en SF<sub>6</sub>. Señalar que en este compartimento se podrán conectar los transformadores de tensión para medida.

- Compartimento de interruptor automático.

El compartimento de corte y/o maniobra, a él se conectan los cables de potencia y el embarrado general a través de pasatapas. Éste está sellado y utiliza gas SF<sub>6</sub> como medio de aislamiento y en su interior se encuentran uno o varios de los siguientes elementos:

- Seccionador de tres posiciones.
- Embarrado interior y conexiones.
- Interruptor Automático.
- Interruptor-seccionador asociado con fusibles.

- Compartimento de cables.

El compartimento de conexión de cables de entrada/salida en Media Tensión, estará situado en la parte baja de la celda, con acceso desde la zona frontal y contiene:

- Pasatapas para conexión de los terminales de los cables de Media Tensión.
- Bridas para sujeción individual de cada cable de potencia.
- Transformadores toroidales de intensidad sobre los pasatapas.
- Facilidades para la realización de la prueba de aislamiento de cables Media Tensión, sencilla y segura



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



El paso de barras generales de una celda a otra se efectúa a través de unas placas aislantes, cuyo material y diseño es tal que, a la vez que sirven de soporte, son resistentes a los efectos electrodinámicos y a la propagación del arco.

### **Celda de protección de línea M.T. CSF Atalaya del Ebro**

Total número de celdas: 1 Ud

Será metálica prefabricada de interior, con embarrado aislado sólidamente con pantalla semiconductor y con corte en SF<sub>6</sub>, 36 kV-2.000 A-25kA (3s), conteniendo:

- Función: Recepción de línea de M.T. 30 kV procedente de la CSF Atalaya del Ebro
- Interruptor automático en SF<sub>6</sub>, 36 kV-630 A-25kA
- 3 T.I. relación de transformación 100-200/5-5 A, con potencias y potencias de precisión según indicado en los esquemas unifilares adjuntos.
- Seccionador de P.a.T.
- Testigo de presencia de tensión para llegada de líneas colectoras.

### **Celda de protección de transformador de potencia**

Total número de celdas: 1 Ud.

Será metálica prefabricada de interior, con embarrado aislado sólidamente con pantalla semiconductor y corte en SF<sub>6</sub>, 36 kV-2.000 A-25 kA (3s), conteniendo:

- Función: Conexión con el transformador de potencia 132/30 kV.
- Interruptor automático en SF<sub>6</sub>, 36 kV-2.000 A-25 kA
- 3 T.I. 1000-2000/5-5-5 A, y secundarios con clases y potencias de precisión según indicado en los esquemas unifilares adjuntos.,
- Seccionador de P.a.T.
- Testigo presencia de tensión. Para salida a transformador de potencia.

### **Celda de protección de transformador de servicios auxiliares**

Total número de celdas: 1 Ud.

Será metálica prefabricada de interior, aislamiento al aire, 36 kV-2.000 A-25 kA (3s), conteniendo:

- Función: Conexión con el transformador de servicios auxiliares.
- Interruptor seccionador de tres posiciones y Fusible asociado de 10 A
- Testigo de presencia de tensión.

### **Transformador de tensión de barras generales 30 kV**

Total número de transformadores de tensión: 3 Uds.

Existirá una posición de medida de tensión de barras de 30 kV que está integrada por tres transformadores de tensión.

Las características de los transformadores de tensión inductivos conectados directamente a barras, con encapsulado unipolar en resina son:



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Tensión nominal .....	30 kV
Relación de transformador .....	33.000:√3 / 110: √3 - 110: √3 - 110: 3 V
Secundario 1	
Potencia .....	25 VA
Clase de precisión .....	cl 0.2
Conexión .....	Estrella
Secundario 2	
Potencia .....	25 VA
Clase de precisión .....	cl. 0,5-3P
Conexión .....	Estrella
Secundario 3	
Potencia .....	25 VA
Clase de precisión .....	cl. 3P
Resistencia .....	15 Ω
Conexión .....	Triángulo abierto

#### Transformador de servicios auxiliares.

Con la finalidad de dar servicio a los servicios auxiliares de la subestación se alimentarán a través de un transformador de servicios auxiliares en 30 kV.

Las características eléctricas fundamentales del transformador, serán las siguientes:

#### CONDICIONES AMBIENTALES:

Clima .....	CONTINENTAL
Temperatura mínima .....	-5°
Temperatura máxima .....	+40°
Humedad relativa máxima .....	80%
Humedad relativa super. al 80% .....	Resistencias anticond.
Altitud s/nivel mar .....	Inferior a 1.000 m
Atmósfera ambiente .....	No polvorienta y exenta de agentes químicos agresivos
Instalación .....	INTERIOR
Fabricación s/normas .....	ITC RAT 007, CEI 726, UNE 20178

#### DATOS TÉCNICOS

Características de servicio:

Frecuencia .....	50 Hz
Número de fases .....	3
Potencia nominal .....	50 kVA
Tensión nominal primaria .....	30.000 V±2,5±5%



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Tensión nominal secundaria .....	400-230 V
Tensión de cortocircuito .....	≈6%
Grupo de conexión .....	Estrella - Triángulo
Servicio .....	Continuo
Regulación .....	En vacío
Perdidas en vacío.....	250 W
Perdidas en carga .....	1.050 W
Nivel de ruido .....	<72dB (A)
Calentamiento .....	100K
Del punto más caliente (CEI/IEC 905).....	125K
Aislamiento .....	F
Grado de protección.....	IP-00
• Devanado primario:	
Tensión nominal toma principal.....	30.000 V (Servicio 30 kV)
Número de escalones .....	5
Tensión de escalón .....	750 V
Campo de regulación .....	28,5-31,5 kV
Nivel de aislamiento .....	36 kV
a) Ensayo impulso tipo rayo .....	170 kVc
b) Ensayo a frecuencia industrial. ....	70 kVef
Acoplamiento.....	Triángulo
Neutro.....	No accesible
• Devanado secundario:	
Tensión nominal .....	400-230 V
Nivel aislamiento:	
Ensayo a frecuencia industrial .....	3 kVef
Acoplamiento.....	Estrella
Neutro .....	Accesible
<i>Refrigeración</i>	
Modo .....	Refrigeración natural (AN)
Dieléctrico.....	Resina epoxi

## EQUIPAMIENTO

- Bornas de toma de tierra
- Conexiones para terminal enchufable.
- Envoltorio de malla metálica.
- Elementos de elevación y arrastre.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Ruedas orientables.

Conmutador de 5 posiciones, accionamiento en vacío.

### 3.2.1.4 Sistemas auxiliares de c.a. y c.c.

Estos sistemas auxiliares se materializarán en cuadros que deberán ser capaces de soportar sin daño o deformaciones permanentes las solicitudes mecánicas y térmicas producidas por el paso de la intensidad nominal de cortocircuito durante un segundo, especificada en los siguientes subapartados.

Los Cuadros de Servicios Auxiliares de c.a. y de c.c. deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 439 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

#### Cuadro de servicios auxiliares de c.a.

Tensión nominal de servicio .....	400/230 V
Tensión nominal de aislamiento .....	500 V
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto .....	2.500 V
Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado .....	100 A
Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s .....	2 kA
Valor de cresta de la intensidad momentánea admisible nominal .....	5 kA

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 157-1 de la CEI y deberán tener las siguientes características nominales:

Tensión nominal de servicio .....	400 V
Tensión nominal de aislamiento .....	660 V
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto .....	2.500 V
Poder de corte de los interruptores automáticos .....	4,5 kA

La intensidad nominal en servicio continuo de los interruptores automáticos de salida corresponderá a la potencia conectada, dichas características pueden observarse en el esquema unifilar de corriente alterna.

#### Cuadro de servicios auxiliares de 125 Vc.c.

Tensión nominal de servicio .....	125 V c.c.
Tensión nominal de aislamiento .....	250 V c.c.
Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto .....	2.000 V c.a.
Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado .....	100 A c.c.
Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s .....	10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

Tensión nominal de servicio .....	125 V
Tensión nominal de aislamiento .....	660 V



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto ..... 2.500 V  
Intensidad nominal en servicio continuo de los int. de salida ..... Según potencia.  
Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c. .... 10 kA

#### Cuadro de servicios auxiliares de 48 Vc.c.

Tensión nominal de servicio ..... 48 V c.c.  
Tensión nominal de aislamiento ..... 250 V c.c.  
Tensión soportada a frecuencia industrial 1 minuto ..... 2.000 V c.a.  
Intensidad nominal en servicio continuo del embarrado ..... 100 A c.c.  
Intensidad nominal de corta duración admisible durante 1s ..... 10.000 A c.c.

Los interruptores automáticos montados en el interior de los compartimentos de distribución deberán estar diseñados de acuerdo con lo indicado en la Publicación 151-1 del CEI y deberá tener las siguientes características nominales:

Tensión nominal de servicio ..... 48 V  
Tensión nominal de aislamiento ..... 660 V  
Frecuencia nominal ..... 50 Hz  
Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto ..... 2.500 V  
Intensidad nominal en servicio continuo de los int. de salida ..... Según potencia.  
Poder de corte en cortocircuito a una tensión de 125 V c.c. .... 10 kA

#### Grupo Electrónico para servicios esenciales.

Se ha proyectado, además, la instalación de un grupo electrónico con potencia suficiente para realizar la operación normal de la subestación, en cuanto a los servicios esenciales se refiere.

Esta fuente alimentará al Cuadro Principal de Corriente Alterna. La conmutación de las fuentes de alimentación principales es automática y se realiza en el Cuadro Principal de Corriente Alterna mediante un autómata programable.

#### 3.2.1.5 Sistema de Control y Protección.

##### Sistema de Control

El sistema de control en la instalación de 132 kV, contendrá debidamente montados, conexiónados y presentados en el frontal con esquema – sinóptico los conmutadores de mando y posicionado, elementos de señalización y alarmas. También se instalarán convertidores de medida para distintas magnitudes eléctricas (V, A,  $\cos \varphi$ , KW, KVA, KWh, KVArh,).

##### Sistema de Protección

Se prevén dos armarios o bastidores de protecciones en el nivel de 132 kV con las funciones de:

- Armario con las protecciones de enlace o interconexión con subestación entrega y recepción de energía. Protecciones de Línea.
- Armario con las protecciones de transformadores de potencia. Protección de transformador.

En el frontal de los paneles, se montarán los relés que materializan el sistema de protecciones, que son probablemente una de las partes más importantes del diseño completo de un sistema de potencia.

Las protecciones de desconexión de la instalación tienen por objeto:

- Impedir el mantenimiento de tensión, por parte de la subestación, en las redes que queden en isla ante defectos en la red.
- Desconectar la subestación de la red en caso de que aparezca un defecto interno.
- Permitir el funcionamiento normal de las protecciones y automatismos de la red receptora.

Las protecciones que se equipan en la Subestación de 132 kV son las siguientes:

#### Protecciones obligatorias en la interconexión

- Protección de máxima tensión (59).
- Protección de mínima tensión (27).
- Protección de máxima y mínima frecuencia (81M/m).
- Protección de máxima tensión homopolar (64).
- Tres relés instantáneos de máxima intensidad (50) (se sitúa un juego en la posición de transformador).

#### Protecciones exigidas en la interconexión

- Protección de distancia con re-enganchador y fallo de interruptor (21/79/50S.62).
- Doble sistema de protección diferencial longitudinal de línea (87L1 y 87L2).

Hay además un equipo de teledisparo que provocaría la apertura del interruptor del lado opuesto de la línea de evacuación.

#### Protecciones de la posición del transformador

- Doble sistema protección diferencial de transformador (87T-1 y 87T-2).
- Protección de sobreintensidad de fase y neutro para el lado de alta y fallo de interruptor (50.51/50N.51N/50S.62).
- Protección de sobreintensidad de fase y neutro para el lado de baja (50.51/50N.51N).
- Protección de sobreintensidad de fase y neutro en neutro del trafo (50.51N).

También se dispone de:

- Protección por Buchholz (63).
- Protección por temperatura (26).
- Protección por imagen térmica devanados (49).

#### **Salidas de línea 30 kV**

- Protección de sobreintensidad de fase y neutro (50.51/50.51N).
- Protección direccional de neutro 67N.

#### 3.2.1.6 Sistema de medida y facturación.

##### Sistema de facturación

Se establece inicialmente un sistema de medida de principal de acuerdo a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007). Además, se instalará un sistema de medida comprobante en la celda de cabecera del circuito de llegada de 30 kV de la CSF Atalaya del Ebro.

El sistema de medida de la CSF Atalaya del Ebro, se llevará a cabo a través del secundario de los 3 transformadores de intensidad ubicados en la posición de línea 132 kV de la SET Torrero Pre, con clase de precisión 0,2s y potencia de precisión 20 VA. En cuanto a la señal de tensión se llevará a cabo a través de los tres transformadores de tensión ubicados también en la posición de línea 132 kV con clase de precisión 0,2 y potencia de precisión 50 VA.

Dando cumplimiento al Reglamento de Medida y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, se prevén equipos contadores – registradores para la medida principal y la comprobante, de clase 0,2 para la primera y clase 0,5 para la segunda; estarán alojados en armario precintable dentro de la sala de control.

### Sistema de medida

Además del correspondiente punto de medida global correspondiente al punto de frontera con la red, se instalarán equipos de medida individualizada de potencia activa y reactiva.

En el Cuadro de control y Paneles de protecciones y en las propias celdas, se han previsto convertidores de medida de intensidad, tensión, potencia activa y reactiva.

## 3.2.2 MEDIDAS DE SEGURIDAD

### 3.2.2.1 Medidas de seguridad en general

Cumplimentando lo exigido en el R.D. 1627/1997, de 20.10.97 y al amparo de la Ley 31/1995 de 6.11.97, se redacta un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD, en el que se analizan los riesgos que se presentan en este tipo de montajes, y se proponen las medidas preventivas necesarias para alcanzar un alto grado de seguridad y salud de los trabajadores.

Finalmente, a nivel de ejecución, la Contrata, tomando como base el estudio mencionado, deberá proponer un Plan de Seguridad y Salud, adaptado a sus equipos y métodos de ejecución.

Medidas de seguridad eléctricas específicas del diseño del Proyecto:

- Riesgo por contacto directo:

No existe riesgo por contacto directo, puesto que el aparellaje de Baja y Media Tensión, está contenido en cuadros y celdas de chapa de acero.

- Riesgo de contacto indirecto:

Se presenta cuando partes de la instalación que normalmente están libres de tensión (cuadros y estructuras en general), adquieren potencial eléctrico cuando existe un defecto de aislamiento.

Las medidas de seguridad adoptadas consisten en:

- Equipotencialidad en el interior de toda la subestación.
- Eliminación del defecto, mediante disparo por medio de protecciones de sobreintensidad homopolar.
- Instalación de un sistema de puesta a tierra eficaz que limita las tensiones de paso, de contacto y defecto a valores admisibles para la seguridad de las personas y de la instalación; justificando en cálculos según ITC-RAT 13.

Paralelamente se ha previsto un sistema de enclavamiento y materiales de prevención y seguridad que se exponen seguidamente.

### 3.2.2.2 Sistema de enclavamientos:

Con la doble finalidad de protección del personal y de evitar falsas maniobras que puedan producir la destrucción de algún aparato, se establecerá un sistema de enclavamientos mecánicos mediante cerraduras y eléctricos que elimine este peligro, de manera, que nunca se puedan, accionar los seccionadores de Alta Tensión, sin antes haber desconectado el interruptor automático que le sigue.

Por lo tanto los seccionadores tendrán un sistema de enclavamiento de tal forma que no se podrán abrir sin previamente desconectar el interruptor automático correspondiente. Dispondrán también de un enclavamiento interno entre las cuchillas principales y las de puesta a tierra.

Estos enclavamientos se generalizan a las celdas de M.T. y son extensivos además a las puertas de acceso a las mismas de forma que no se puedan abrir con tensión (cuando su construcción así lo requiera).

También se enclavarán las celdas de entrada, de forma que el acceso a ellas sea posible previa puesta a tierra en la celda de protección del cable subterráneo correspondiente. En general se adoptarán los siguientes:

Para enclavamientos mecánicos:

- Seccionador en vacío con disyuntores.
- Seccionadores (interno), cuchillas principales con las de puesta a tierra (P.T.).
- Seccionadores de P.T. primario trafo con la P.T. del secundario.
- Seccionador de P.T. línea alimentación a celdas con la puerta de la misma.
- Seccionador de P.T. línea alimentación trafo y la puesta del mismo.
- Entre disyuntores del primario y secundario del transformador.
- Los propios de las celdas del fabricante.

Para enclavamientos eléctricos:

- Seccionadores con disyuntores.
- Puerto de celdas con disyuntor o seccionador (en su caso).
- Relé de bloqueo por disparo disyuntor.
- Los propios de las celdas del fabricante.

### 3.2.2.3 Materiales de prevención y seguridad:

Para la debida protección del personal especializado a cuyo cargo queda la instalación de alta tensión, se ha dotado a ésta, del material de prevención y seguridad siguiente:

- Plataforma aislante nivel 132 kV.
- Pértiga de servicio de 6,00 m de longitud, nivel de aislamiento 145 kV,
- Casco con pantalla protectora de descargas eléctricas.
- Guantes aislantes de 30 kV.
- Puestas a tierra y en cortocircuito.
- Discos de indicación de peligro riesgo eléctrico s/UNESA 0202 A y de señalización en general.
- Placa de primeros auxilios a prestar a los accidentados por corriente eléctrica.
- Alumbrado de emergencia.

### 3.2.2.4 Prevención contra riesgo de incendio en la S.E.T.

Se han adoptado los materiales y los dispositivos de protección eléctricos que evitan en lo posible la aparición y propagación de un incendio en las instalaciones eléctricas puesto que:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación es difícil por su ubicación y distancias suficientes, según se refleja en los planos.
- La presencia de personal de servicio permanente o detección en la instalación.
- La disponibilidad de medios internos de lucha contra incendios.
- Dispositivos de protección rápida que cortan la alimentación a todos los arrollamientos del transformador intemperie, con relés de sobreintensidad, diferencial, termostato, termómetro, Buchholz y otros, que desconectan los automáticos correspondientes.
- En el parque de intemperie, se ha previsto en la bancada del transformador una arqueta apagafuegos y un foso de recogida de aceite.
- Para extinción de incendios se preverán extintores de CO<sub>2</sub>.

### 3.2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA SUBESTACIÓN

El sistema de puesta a tierra será único para la totalidad de las instalaciones, siendo parte de este proyecto la descripción de las siguientes redes individuales:

- Parque intemperie a 132 kV.
- Parque colector interior a 30 kV.
- Cable de enlace de tierras o de acompañamiento.

Comprenderá, asimismo, las tierras de protección y de servicio; por ser  $V_d \leq 1.000 \text{ V}$ .

La puesta a tierra, además de asegurar el funcionamiento de las protecciones garantiza la limitación del riesgo eléctrico en caso de defectos de aislamiento, manteniendo las tensiones de paso y de contacto por debajo de los valores admisibles; según la ITC-RAT13.

Se propone para una puesta a tierra única que comprenda:

- Las puestas a tierra de protección que conectarán los siguientes elementos: estructuras, herrajes, chasis, bastidores, armarios, vallas metálicas y puertas, cuba de transformador, pantallas de los cables y otros.
- Las puestas a tierra de servicio, que comprenden: neutros de transformadores de potencia, circuito de B.T. de los transformadores de medida, autoválvulas, elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra, aparatos y equipos que lo precisen para su funcionamiento.

Conviene resaltar que el sistema de puesta a tierra va a ser único para la totalidad de las instalaciones de alta, media y baja tensión, incluida la estructura del edificio de fábrica, y el pararrayos iónico.

El sistema de puesta a tierra de la CSF Atalaya del Ebro estará también conectados a la malla de puesta a tierra de la subestación.

El diseño de la puesta a tierra para los dos niveles de tensión será el siguiente:

Malla de toma de tierra en el parque de 132 y 30 kV, con conductor de 120 mm<sup>2</sup> de cobre, desnudo, separados 3 m aproximadamente, instalados a una profundidad mínima de 0,60 m, con picas al menos en los extremos de cada tramo la malla, de acero cobreadas de 2 m de longitud y 20 mm<sup>2</sup>. Además, se prevén 2 líneas perimetrales al cerramiento, una interior y otra exterior; ambas a 1m de distancia de aquel.

De dicha malla y también con cable de 120 mm<sup>2</sup>, se derivará mediante soldadura aluminotérmica a los distintos soportes y aparatos del parque, para su puesta a tierra por medio de piezas de conexión. Todos los conductores que emerjan del terreno llevarán en ese tramo protección mecánica y aislamiento con tubo de PVC rígido.

Esta malla se conecta al edificio control y celdas de la S.E.T. de 30 kV, desde el punto más próximo con cables de 120 mm<sup>2</sup> hasta una caja de conexión y verificación de las tierras, situado en el edificio de la que partirán a su vez las derivaciones, de 120 mm<sup>2</sup> de sección, a las celdas de M.T., Cuadros de Control y B.T., incluso el anillo perimetral del edificio, ejecutado con cable de 120 mm<sup>2</sup>, al que se conectará el mallazo de reparto.

### Cable de enlace de tierras o de acompañamiento

Discurre por el mismo itinerario que las zanjas que contienen las líneas M.T., enlazando cada uno de los elementos de las plantas generadoras con la Subestación.

Se resuelve con cable de cobre desnudo de 1x50mm<sup>2</sup> de sección, enterrado a 1,10m de profundidad, hasta alcanzar la caja de verificación de la S.E.T.

## 3.2.4 OBRA CIVIL

### 3.2.4.1 Edificio de control y celdas

En la Subestación se construirá un edificio de una planta, de dimensiones adecuadas para albergar las instalaciones y equipos, conforme a los planos de planta del Documento Planos del presente proyecto. El edificio para el control y explotación de la subestación, estará dividido en distintas zonas, al objeto de cubrir las actividades que se van a desarrollar en las instalaciones.

- **Sala de celdas M.T.– 30 kV.**

En la sala de celdas de media tensión del edificio de control de la subestación se alojarán las celdas que reciben la red subterránea que interconecta con los centros de transformación de la instalación de generación. La energía evacuada por la línea subterránea de media tensión irá a su correspondiente celda de 30 kV. Esta celda conectará al correspondiente embarrado de 30 kV. De este embarrado, a través de una celda de salida se alimentará al secundario del transformador de potencia del parque intemperie. En los planos adjuntos puede verse la disposición en planta de los equipos.

El paso de barras generales de una celda a otra se efectúa a través de unas placas aislantes, cuyo material y diseño es tal que, a la vez que sirven de soporte, son resistentes a los efectos electrodinámicos y a la propagación del arco.

- **Salas de comunicaciones, control y protecciones (Sala de Operaciones)**

En la sala de control y de comunicaciones se instalarán los equipos de comunicación y la UCS. Estará equipada con falso suelo. En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables.

En la sala de operaciones estará equipada para controlar y vigilar la central de generación que conecta directamente a esta subestación. El diseño de estas estancias permite una fácil comunicación con las demás dependencias del edificio.

Por otra parte, la sala albergará el bastidor correspondiente a la posición del parque de intemperie de 132 kV, el cual tiene su acceso frontal a través de la puerta con cerradura.

La sala estará provista con falso suelo y con huecos en los muros para el paso de cables.

- **Sala de servicios auxiliares**

Los servicios auxiliares de la Subestación estarán atendidos necesariamente por dos sistemas de tensión uno en corriente alterna corriente alterna (400/230 V) y otro en corriente continua (uno en 125 Vc.c. para sistema de protección y control y otro en 48 Vc.c. para el sistema de comunicaciones.

Se prevé que el edificio cuente con una sala específica de servicios auxiliares, en la cual instalarán tanto los armarios principales de servicios auxiliares, uno de corriente alterna y otro de corriente continua, como también los armarios de baterías y rectificador de 125 Vc.c. y 48 Vc.c en corriente continua.

Es imprescindible que ante un corte de corriente (conmutación de servicios auxiliares, etc.) los equipos continúen funcionando, sin necesidad de reconexión manual. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

En la sala de servicios auxiliares se instalará un extractor para ventilación y un equipo de aire acondicionado.

- **Zona de Taller-almacén**

Se dispondrá también de un almacén, con acceso independiente desde el exterior del edificio. Se ha previsto una sala específica para el almacenamiento de residuos tales como aceites provenientes del transformador de potencia.

### 3.2.4.2 Características constructivas

- **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 de la CSF Atalaya del Ebro y para su construcción. El acabado será consonante con la vegetación de la zona. El movimiento de tierras será realizado conforme a las instrucciones de la Dirección Facultativa y a la vista del estudio geotécnico que ha de realizarse previamente al inicio de las obras, en caso de tierras sobrantes se gestionarán debidamente a un vertedero habilitado y autorizado.

- **Cimentación**

Se plantea una cimentación basada en muros de hormigón armado con zapata corrida en la zona correspondiente al cuarto de celdas y con zapatas aisladas, atadas entre sí para el resto del edificio, dadas las características y resistencias del terreno sobre el que se sustentará el edificio.

Los cimientos se llenarán de hormigón de la resistencia característica marcada en los planos, habiéndose limpiado previamente todas las tierras caídas durante la excavación.

Antes de proceder al hormigonado se colocarán los anclajes de pilares y muros, así como todas las armaduras de zapatas especificadas en los planos.

- **Estructuras**

Se plantea una estructura basada en pilares metálicos, sobre los que se asientan las cerchas de formación de pendiente y las correas necesarias para la realización de los faldones de la cubierta.

- **Cubierta**

La cubierta será inclinada de teja cerámica curva colocada sobre faldones construidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

- **Albañilería**

La fachada exterior se resolverá a partir de bloques vistos tipo Split de mortero de cemento en color paja, jaharrado interior de mortero de cemento, cámara con aislamiento, tabique de hueco doble y lucido interior de yeso, remarcando los cabeceros y vierteaguas de las ventanas, con piezas de bloque visto tipo liso de manera que queden realzados los citados huecos.

Las distribuciones interiores se realizarán con tabique hueco doble lucido de yeso por ambas caras, excepto en las divisiones de los aseos que estarán jaharradas con mortero de cemento y posteriormente alicatadas.

Las estancias correspondientes a la sala de control, despacho y aseos, contarán con falso techo registrable a partir de placas de escayola.

- **Solados**

Todos los solados del edificio se ejecutarán de terrazo. El cuarto de celdas presentará un suelo técnico, formado por piezas metálicas desmontables, montadas sobre perfilera metálica específica, de manera que pueda ser practicable el espacio bajo el mismo, por donde discurren todos los cableados de control y potencia.

El pavimento exterior se resolverá a base de piezas de terrazo para exteriores antideslizantes, con dimensiones de 30x30, rematadas por un bordillo de remate.

- **Carpintería**

La carpintería interior se ejecutará en madera para barnizar.

La carpintería exterior se ejecutará de aluminio anodizado en color, en las ventanas correspondientes a la sala de control y despacho, siendo de piezas prefabricadas de hormigón el resto de las ventanas, en las que dos de las piezas de cada hueco serán practicables mediante bastidores de acero galvanizado.

- **Cerrajería**

Las puertas exteriores del edificio, así como las posibles rejas de protección de las ventanas se ejecutarán con perfilera metálica en acero galvanizado.

- **Evacuación**

Las aguas pluviales se recogerán en la cubierta mediante canalones para proteger el edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de PVC con junta tórica, con las correspondientes arquetas. Los bajantes serán de P.V.C. Se dispondrá de fosa séptica para las aguas fecales.

- **Electricidad y alumbrado**

El suministro de energía eléctrica se realizará desde el Cuadro de servicios auxiliares. Se instalarán el conjunto de medidas y dispositivos privados de mando y protección, así como el cuadro general de distribución y el de conmutación. La distribución energética se hará por líneas generales y cuadros secundarios de función, a partir de los cuales se alimentan los receptores de alumbrado y fuerza motriz. Se colocarán luminarias adosadas, estancas, con chasis de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor de metacrilato, equipadas con tubos fluorescentes de diámetro 26 mm.

- **Contra incendios y especiales**

El edificio cumplirá tanto en su protección como en los equipos de extinción el Código Técnico de la Edificación. Se hará la instalación necesaria para dotar al edificio de los equipamientos de telefonía, interfonía e informática.

- **Estructura metálica**

La estructura metálica estará constituida por perfiles metálicos normalizados de alma llena, La estructura dispondrá de los herrajes, tornillería y restantes elementos necesarios para la fijación de cajas de centralización, sujeción de cables, anclaje a la cimentación, etc.

Todas las estructuras y soportes serán galvanizados en caliente como protección contra la corrosión. electrosoldados y galvanizados en caliente.

Para el anclaje de estas estructuras, se dispondrán cimentaciones adecuadas a los esfuerzos que han de soportar, construidas a base de hormigón y en las que quedarán embebidos los pernos de anclaje correspondientes.

#### • Cerramiento perimetral

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 2,4 m de acuerdo a lo especificado en el Apartado 3.1 del ITC-RAT 15.

Se instalarán para el acceso a la subestación dos puertas metálicas: una peatonal de una hoja y un metro de anchura, y otra para el acceso de vehículos de dos hojas y cinco metros de anchura.

#### • Drenaje de aguas pluviales

Para asegurar el drenaje y la adecuada evacuación de las aguas pluviales, se dispondrá de tubos drenantes necesarios para evacuar las aguas en un tiempo razonable, de forma que no se produzca acumulación de agua en la instalación y se consiga la máxima difusión posible de las aguas de lluvia.

Se ejecutarán a lo largo del recinto los sumideros necesarios y conectados a arquetas o pozos de registro de la red de aguas pluviales.

Perimetralmente se dispondrá de una cuneta que evite que el agua exterior entre al interior del recinto.

#### • Cimentaciones y viales interiores

##### Cimentaciones

Las cimentaciones de hormigón armado, serán estables al vuelco en las condiciones más desfavorables y se dimensionarán para soportar los esfuerzos a que han de estar sometidas, en función de la capacidad portante del terreno de apoyo.

Estas cimentaciones corresponden a los siguientes elementos:

- Autoválvulas.
- Transformadores de intensidad.
- Transformadores de tensión.
- Interruptores automáticos.
- Seccionadores.
- Transformador de potencia, con cubeta de recogida de aceites en caso de derrame.
- Autoválvulas y botellas 30 kV, herrajes 30 kV.

##### Viales interiores

El acceso al recinto se propone desde el camino colindante tal y como figura en el plano de implantación del presente Proyecto.

Interiormente se propone un vial que, sensiblemente centrado, separa la zona de transformadores del edificio de control.

Este vial de 5 m de ancho llega al final de la parcela y permite posicionar los transformadores de potencia en el interior del recinto.

Este vial irá pavimentado con mezcla bituminosa en caliente tipo D-12 sobre capa de zahorra artificial.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



También está previsto la ejecución de viales interiores de servicio tanto para las labores de instalación de los autotransformadores como de mantenimiento para la aparcamiento del parque exterior.

El resto de la superficie del recinto, dispondrá de una capa de gravilla de 15 mm de tamaño máximo y 10 mm de espesor. Previamente se habrá de aplicar un producto fungicida que evite el nacimiento de vegetación en todo el recinto de la SET.

#### • **Canalizaciones eléctricas**

En el interior de la parcela de la subestación, todos los cables eléctricos irán en canales de hormigón armado.

Estos canales dispondrán de tapas de hormigón o metálicas que permitan su inspección. Así mismo, se realizará un agujero de drenaje en la solera cada 2 m.

Los cruces de viales se realizarán con tubos de PVC protegidos con hormigón, con un 30% de tubos libres como reserva, y canales de tapa reforzada.

Se procurará minimizar el número de cruces juntando varias tuberías en un único cruce. El conjunto se protegerá con hormigón armado de 150x150x6 mm, formando un bloque. En cada cruce se dejará un 30% de tubos libres para futuro paso de cable.

Todos los tubos de cables enterrados tendrán una capa mínima de 290 mm sobre ellos. Este valor se elevará a 750 mm en cruces de caminos y carreteras, si no va protegido con hormigón.

Para evitar la entrada de agentes perjudiciales, se sellará la entrada de los tubos o conductos.

#### • **Bancada de transformador**

El transformador se ha dispuesto sobre una bancada de hormigón armado, la cual abarcará la totalidad de la superficie del transformador, y estará diseñada para soportar el peso de la máquina. Esta bancada tendrá también como función la recuperación del aceite de posibles fugas, estando unida a un depósito de recogida de aceite separado, dimensionado para el 125 % del volumen de aceite de la máquina transformadora. Dispondrá de un separador de aceite por diferencia de densidades para drenaje de pluviales, que evite el vertido de aceite a la red de drenaje en caso de pérdida de aceite.

#### • **Depósito de recogida de aceites**

Para la recogida de posibles fugas del aceite del transformador se construirá un depósito de hormigón armado de capacidad suficiente para el aceite contenido en el transformador incrementado en un 25%. Este depósito debe tener un diseño que produzca una efectiva separación del agua proveniente de lluvias o de otras fuentes y recolecte el aceite.

El depósito será de planta rectangular subterráneo, accediéndose al mismo mediante una tapa metálica.

La recogida de aceite de fugas del transformador se realizará mediante una canalización subterránea con tubo prefabricado de hormigón.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  Nº Colegiado: 2001937  JOSE LUIS OVEJUNO  VISTADO Nº 2304-23A  DE FECHAS 25/5/23  INGENIERIA PROYECTOS  <b>AVISADO</b></p>
---	--	--

### 3.2.5 PARCELAS AFECTADAS

Las parcelas afectadas por la ocupación de subestación serán:

SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV				
DATOS PARCELA			MEDICIÓN DE AFECCIONES	
TERMINO MUNICIPAL	POLÍGONO	PARCELA	SUBESTACIÓN	VIAL DE ACCESO
Zaragoza	85	271	1.566,20 m <sup>2</sup>	291,74 m <sup>2</sup>

### 3.2.6 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de los trabajos se ha previsto un plazo de ejecución de 6 meses, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo, instalación de casetas de obra, inicio de los trabajos, etc.
- Vial de acceso y plataforma: Ejecución de los trabajos para la construcción del vial de acceso y de la plataforma.
- Cimentación del edificio y cimentación de transformador, autoválvulas etc.: Ejecución de los trabajos para la construcción de las distintas cimentaciones.
- Ejecución del edificio y montaje de estructuras metálicas.
- Infraestructura eléctrica: desarrollo y ejecución de los trabajos correspondientes a los equipos de 132/30 kV e instalaciones auxiliares.
- Puesta en marcha de la subestación.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO</p> <p>SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV</p> <p>T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>		
---	---	--	--

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA
Nº.Colegiado.: 0001937 JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA
VISADO Nº. : VD02304-23A DE FECHA : 25/5/23
E-VISADO

### 3.2.7 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

	CRONOGRAMA EJECUCIÓN SUBESTACIÓN TORRERO - PRE 30/132 kV																							
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24
IMPLANTACIÓN EN OBRA	█	█	█	█																				
MOVIMIENTO DE TIERRAS: ACCESO-PLATAFORMA			█	█	█	█																		
REALIZACIÓN DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA						█	█																	
OBRA CIVIL: CIMENTACIONES-EDIFICIO-CANALES									█	█	█	█												
EDIFICIO DE CONTROL PREFABRICADO										█	█	█												
RECEPCION-MONTAJE DE ESTRUCTURAS SOPORTE A											█	█	█	█										
RECEPCION DE APARAMENTA Y ACOPIO												█	█	█	█									
MONTAJE ELECTROMECHANICO													█	█	█	█	█	█	█					
TENDIDO Y CABLEADO ELECTRICO																	█	█	█	█				
ACONDICIONAMIENTO EDIFICIO DE CONTROL Y SERV																	█	█	█	█	█	█	█	█
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN																						█	█	█

## 4 LÍNEA AÉREA ALTA TENSIÓN 132 KV

### 4.1 TRAZADO DE LA LINEA AEREA 132 KV

La subestación Torrero 132 kV, es el punto de entrega de la energía generada por las instalaciones productoras.

El origen de la línea aérea será el apoyo nº 1 situado al lado del pórtico de entrada a la subestación Torrero Pre 132/30 kV, desde donde y a través de varias alineaciones y apoyos se llegará con una longitud de 154 m a la SET Torrero.

A continuación se presenta una tabla con las coordenadas de los apoyos.

LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV TM de Zaragoza (ZARAGOZA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº APOYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
AP01	678.735,00	4.607.488,00
AP02	678.788,00	4.607.460,00

### 4.2 MINIMIZACIÓN DE AFECCIONES MEDIO AMBIENTALES

Se ha prestado una especial atención al cumplimiento del Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto.

Las medidas protectoras y correctoras que se han tenido en cuenta para minimizar la afección medioambiental son las siguientes:

- La fijación de las cadenas de aisladores en las crucetas se realizará a través de cartelas que permitan mantener una distancia mínima de 0,70 m entre el punto de posada y el conductor.
- No se instalará ningún puente para el paso de conductores por encima de la cabeza de los apoyos.
- Tanto los conductores de fase a utilizar, denominados LA-380, de aluminio con alma de acero, de diámetro 25,4 mm, así como el cable de Comunicación denominado OPGW con un diámetro de 17,00 mm, los hacen fácilmente visibles para evitar la colisión de las aves. Sin embargo se prevé instalar dispositivos salvapájaros en el cable de tierra y/o comunicación cada 10 m.
- La señalización del tendido eléctrico se realizará inmediatamente después del izado y tensado de los hilos conductores, estableciéndose un plazo máximo de 5 días entre la instalación de los hilos conductores y su balizamiento.

Las medidas a tomar con respecto a terrenos serán:

- Todos los movimientos de tierra se ejecutarán con riguroso respeto a la vegetación natural, evitando afectar a las comunidades vegetales de las laderas. Para ello se han ubicado los apoyos de la línea, siempre que ha sido posible, en terrenos de cultivo.
- Se aprovecharán al máximo los caminos existentes para la construcción y el montaje.
- Se ha evitado ubicar apoyos en taludes y en caso necesario se ha efectuado en la parte más baja del talud.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 2001937 JOSE LUIS OVEJUNA VISTADO: 25/05/2023 DE FECHA: 23/04-23A INGENIERIA PROYECTOS</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">inproin</p> <p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">E-VISTADO</p>
---	---	--

### 4.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

#### 4.3.1 CARACTERISTICAS GENERALES

La línea objeto de este proyecto tiene las siguientes características generales:

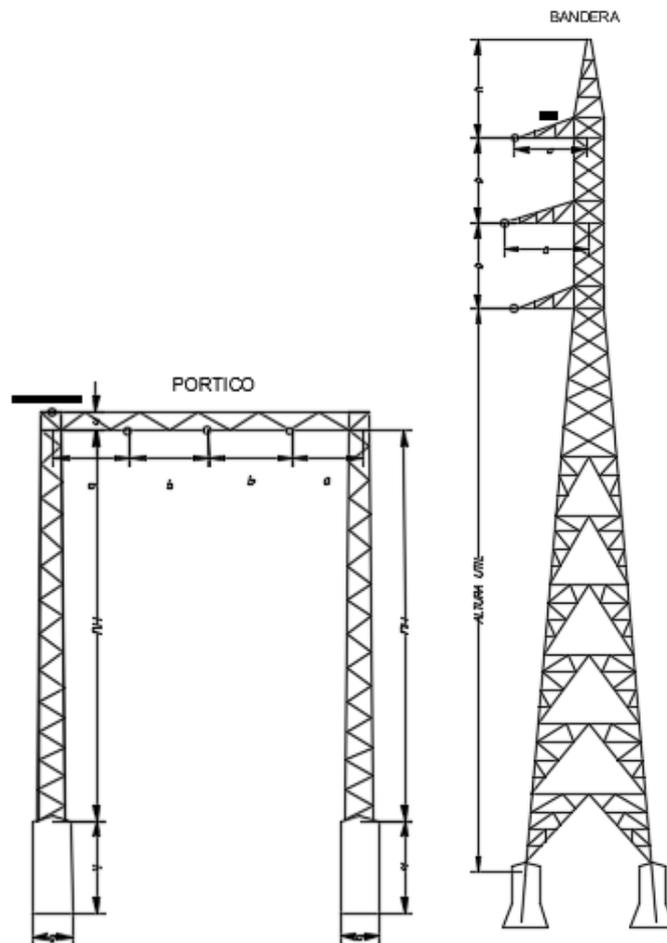
Tensión nominal	132 kV
Potencia máxima admisible	155 MVA
Potencia de cálculo	85 MVA
Nº de circuitos	1 de 132 kV
Nº de conductores por fase	1
Disposición conductores	Bandera SC (Apoyo 1), Capa SC (Apoyo 2)
Longitud de la línea	154 m
Conductores por circuito	Tres Al-Ac LA-380
Cables de tierra	Cable compuesto OPGW
Apoyos	Metálicos de Celosía
Aisladores	De vidrio
Clasificación según la altitud	Zona A
Clasificación según la tensión	Primera categoría
Plazo de ejecución	2 meses

#### 4.3.2 APOYOS

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía.

Estos apoyos son de perfiles angulares atornillados, de cuerpo formado por tramos troncopiramidales cuadrados, con celosía doble alternada en los montantes y las cabezas prismáticas también de celosía, pero con las cuatro caras iguales.

Los apoyos dispondrán de una cúpula para instalar el cable de guarda con fibra óptica por encima de los circuitos de energía, con la doble misión de protección contra la acción del rayo y comunicación.



Tipos de apoyos

A continuación se indica un listado con el tipo de apoyo utilizado con sus dimensiones:

LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV TM de Zaragoza (ZARAGOZA)								
Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación Apoyo	Dimensiones (m)					
			"a"	"b"	"c"	"h"	H Útil	H Total
AP01	FL	CO-27000-12-Bandera	3,00	3,30	3,00	4,30	12,20	23,10
AP02	FL	Pórtico-27000-10	3,00	3,50	--	1,00	10,00	11,00



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



#### 4.3.3 CONDUCTOR DE FASE Y COMUNICACION

Los conductores de fase a utilizar en la construcción de la línea serán del tipo Aluminio-Acero LA-380 de las siguientes características:

*Denominación:* .....LA-380 (337-AL1/44-ST1A)  
*Sección total (mm<sup>2</sup>):* ..... 381,5  
*Diámetro total (mm):*..... 25,4  
*Número de hilos de aluminio:*..... 54  
*Número de hilos de acero:* ..... 7  
*Carga de rotura (kg):*..... 11135  
*Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):*..... 0,0857  
*Peso (kg/m):* ..... 1,276  
*Coefficiente de dilatación (°C):* ..... 1,93E-5  
*Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>):* ..... 7000  
*Densidad de corriente (A/mm<sup>2</sup>):* ..... 1,88

Los conductores de tierra a utilizar en la construcción de la línea serán del tipo compuesto OPGW, de las siguientes características:

*Denominación:* .....OPGW-48  
*Diámetro (mm):* ..... 17  
*Peso (kg/m):* ..... 0,624  
*Sección (mm<sup>2</sup>):* ..... 180  
*Coefficiente de dilatación (°C):* ..... 1,5E-5  
*Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>):* ..... 12000  
*Carga de rotura (kg):* ..... 8000  
*Intensidad de cortocircuito (kA):* ..... a definir en el estudio de cortocircuito  
*Tipo de fibra* ..... G-652

#### 4.3.4 CADENAS DE AISLAMIENTO

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. En cruces afectados por el artículo 5.3 de seguridad reforzada, las cadenas deberán cumplir lo especificado en el punto d.2.

##### **Cadena de suspensión (“simples”)**

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

*Clase:* ..... U160BL  
*Material:*..... Vidrio  
*Paso (mm):*..... 170



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



<i>Diámetro (mm):</i> .....	255
<i>Línea de fuga (mm):</i> .....	380
<i>Peso (kg):</i> .....	3,8
<i>Carga de rotura (kg):</i> .....	12000
<i>Nº de elementos por cadena:</i> .....	10
<i>Tensión soportada a frecuencia industrial (kV):</i> .....	345
<i>Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):</i> .....	760

Las cadenas de aislamiento en suspensión estarán formadas por 10 aisladores de vidrio para 132 kV. El nivel de aislamiento para la cadena de aisladores será:

$$(3.800 / 145) = 26,21 \text{ mm/kV}$$

Valor aceptable para la zona por la que atraviesa la línea para la que se recomienda un nivel de aislamiento de 20 mm/kV como mínimo.

Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ..... 2,04

#### **Cadena de amarre (“simples”)**

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

<i>Clase:</i> .....	U120BS
<i>Material:</i> .....	Vidrio
<i>Paso (mm):</i> .....	146
<i>Diámetro (mm):</i> .....	255
<i>Línea de fuga (mm):</i> .....	315
<i>Peso (Kg):</i> .....	3,8
<i>Carga de rotura (Kg):</i> .....	12000
<i>Nº de elementos por cadena:</i> .....	10
<i>Tensión soportada a frecuencia industrial (kV):</i> .....	345
<i>Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):</i> .....	760

El nivel de aislamiento para la cadena de aisladores será:

$$(3.800 / 145) = 26,21 \text{ mm/kV}$$

Valor aceptable para la zona por la que atraviesa la línea para la que se recomienda un nivel de aislamiento de 20 mm/kV como mínimo.

<i>Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m):</i> .....	2,04
<i>Altura del puente en apoyos de amarre (m):</i> .....	2,04
<i>Ángulo de oscilación del puente (º):</i> .....	30

#### **4.3.5 HERRAJES Y ACCESORIOS**

- Herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición

a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.

A continuación se muestran los componentes de los herrajes de amarre y de suspensión respectivamente.

Herraje	Tipo	Fabricante
Grilletes Recto	GN-16T	Arruti
Anilla bola	ABC-16-P	Arruti
Aisladores	U160BL(10)	
Rotula corta	RC-16-P/16	Arruti
Grapa de compresión	C-380	Arruti

Herraje	Tipo	Fabricante
Grilletes Recto	GN-16T	Arruti
Anilla bola	ABC-16-P	Arruti
Aisladores	U160BL(10)	
Rotula corta	RC-16-P/16	Arruti
Grapa de suspensión	GAS-6/25	Arruti

Tablas herrajes

- Amortiguadores: Según el RLAT es necesario incluir amortiguadores por un factor EDS mayor de 15 %. El fabricante de los amortiguadores deberá realizar un estudio de amortiguamiento de la línea para definir la instalación y la elección correcta del amortiguador
- Cajas de conexión: En función de la longitud de las bobinas se colocarán las cajas de conexión.
- Contrapesos: En el caso de que por desniveles en los vanos, se produzcan importantes pérdidas de peso del gravivano, se colocarán los contrapesos necesarios para compensar y limitar los desvíos de cadena correspondiente.
- Salvapájaros: Como medida preventiva, para evitar la colisión, se instalarán en el cable de tierra (OPGW). Estos accesorios serán espirales de 1 m de longitud x 0,3 m de diámetro y serán de color naranja o blanco, dispuestas como mínimo cada 10 metros lineales

#### 4.3.6 EMPALMES Y CONEXIONES

##### CABLES DE FASE

Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 90% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

La conexión solo podrá realizarse en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas de amarre de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor. Se

utilizarán uniones de compresión o de tipo mecánico (con tornillo)

Las conexiones, que se realizarán mediante conectores de apriete por cuña de presión o petacas con apriete por tornillo, asegurarán continuidad eléctrica del conductor, con una resistencia mecánica reducida

#### CABLES DE COMUNICACION

Las cajas de distribución proporcionan una conexión y un acceso fácil al enlace óptico, teniendo en consideración el cuidado de la fibra y el cable.

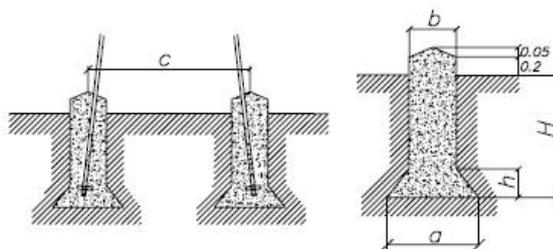
La caja de empalme de rápido acceso proporciona una efectiva protección frente a los agentes externos ambientales. Estas se instalarán en los propios apoyos de la línea aérea. El número de cajas vendrá determinado por el metraje de las bobinas y por lo tanto se determinará en obra.

#### 4.3.7 CIMENTACIONES

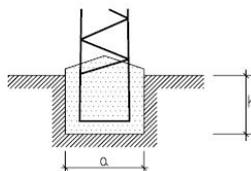
Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa HM-20/B/20/IIa, de una dosificación de 200 Kg/m<sup>3</sup> y una resistencia mecánica de 200 Kg/m<sup>2</sup>, del tipo fraccionada en cuatro macizos independientes.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 25 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta de diamante para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia. Para cada cimentación se colocará una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza de HM-150

Sus dimensiones serán las facilitadas por el fabricante según el tipo de terreno, definido por el coeficiente de compresibilidad. Las obtenidas a continuación se han realizado con una tensión admisible del terreno de 3 kg/cm<sup>2</sup>, un módulo de balasto de 12 kg/cm<sup>3</sup>, un ángulo de arrancamiento del terreno de 30°.



Cimentación tetrabloque cuadrada con cueva



Cimentación monobloque

A continuación se muestra una tabla resumen de las cimentaciones de los apoyos de la línea con sus correspondientes medidas.

LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV TM de Zaragoza (ZARAGOZA)									
Nº de Apoyo	Denominación Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
			a	h	b	H	c		
AP01	CO-27000-12-Bandera	Tetrabloque	1,80	0,50	1,20	3,50	3,80	21,84	23,09
AP02	Pórtico-27000-10	Monobloque	1,20	0,50	---	3,50	13,00	11,09	12,68

#### 4.3.8 PUESTA A TIERRA

Todos los apoyos se conectarán a tierra con una conexión independiente y específica para cada uno de ellos. Se puede emplear como conductor de conexión a tierra cualquier material metálico que reúna las características exigidas a un conductor según el apartado 7.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

De esta manera, deberán tener una sección tal que puedan soportar sin un calentamiento peligroso la máxima corriente de descarga a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones. En ningún caso se emplearán conductores de conexión a tierra con sección inferior a los equivalentes en 25 mm<sup>2</sup> de cobre según el apartado 7.3.2.2 de la ITC07 del R.L.A.T. Las tomas de tierra deberán ser de un material, diseño, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del propio terreno, de modo que puedan garantizar una resistencia de difusión mínima en cada caso y de larga permanencia. Además de estas consideraciones, un sistema de puesta a tierra debe cumplir los esfuerzos mecánicos, corrosión, resistencia térmica, la seguridad para las personas y la protección a propiedades y equipos exigida en el apartado 7 de la ITC07 del R.L.A.T.

Para el caso de los apoyos tetrabloque se colocará un electrodo horizontal (cable enterrado de 50 mm<sup>2</sup> de sección de Cu), dispuesto en forma de anillo enterrado como mínimo a una profundidad de 1 m. A dicho anillo se conectarán cuatro picas de 20 mm de diámetro y 2000 mm de longitud, conectadas mediante un cable desnudo de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, atornillado a la estructura de la torre. En función del tipo de apoyo que sea (frecuentado o no frecuentado) se realizará la puesta a tierra según los estándares del operador eléctrico de la zona. Debido a la disposición de los apoyos, se considera todos no frecuentados. Una vez se conozcan los valores de la resistividad eléctrica del terreno, se optimizará la puesta a tierra indicada en planos.

Una vez completada la instalación de los apoyos con sus correspondientes electrodos de puesta a tierra, se comprobarán que las tensiones de contacto medidas en cada apoyo son menores que las máximas admisibles.

Para el cálculo de las tensiones de contacto máximas se tendrán en cuenta las siguientes expresiones:

$$V_C = V_{CA} \left( 1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_S}{1000} \right)$$

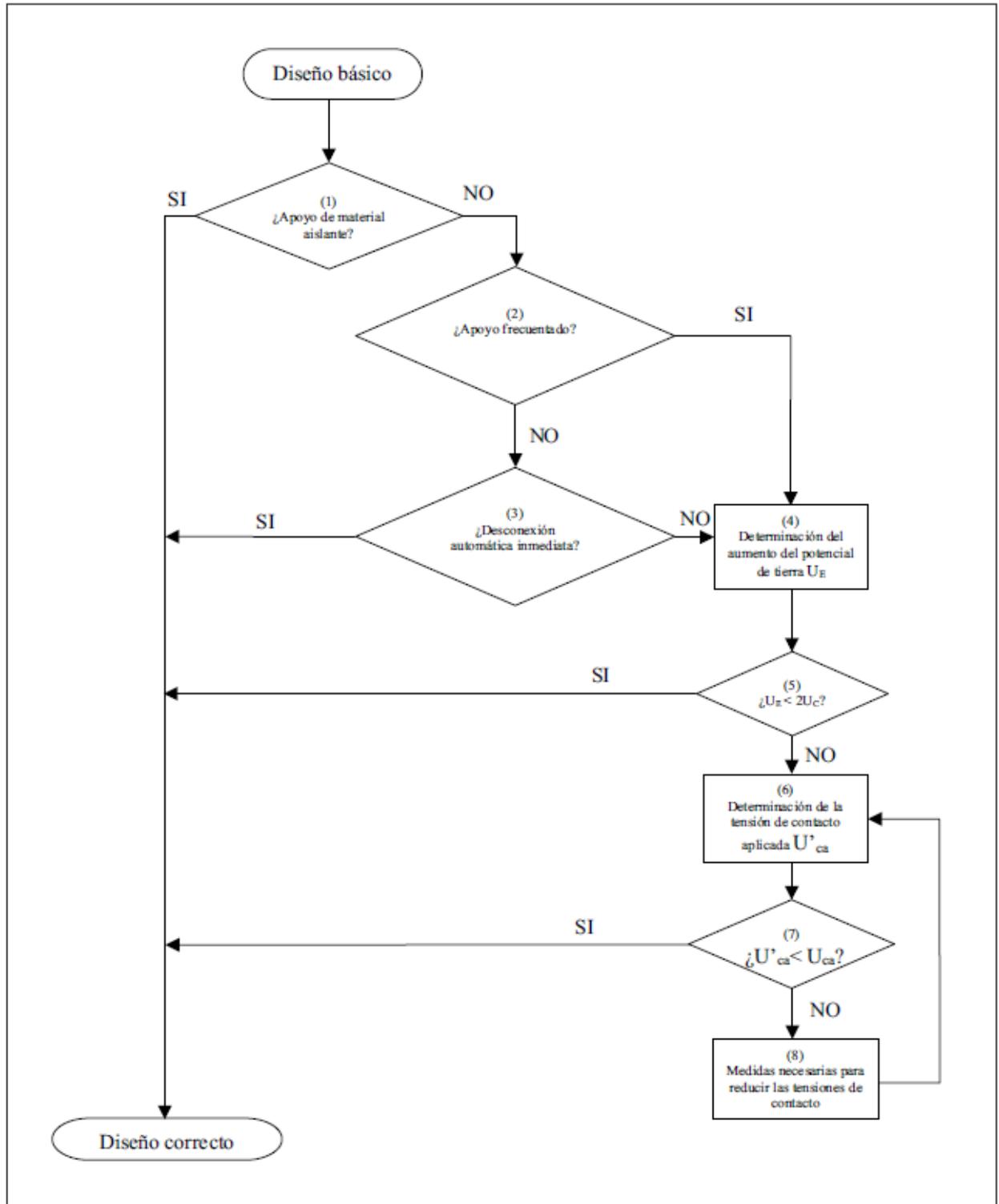
Donde:

$\rho_S$ : Resistividad del terreno ( $\Omega m$ ).

$V_{CA}$ : Tensión de contacto aplicada admisible

$R_{a1}$ : Resistencia del calzado.

La validación del sistema de puesta a tierra de los apoyos se realizará según indica el apartado 7.3.4.3 de la ITC 07 del RLAT, según se muestra en el siguiente esquema:



Esquema de diseño de puesta a tierra



#### 4.3.9 SEÑALIZACION

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea (132 kV) y símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa.

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda de acuerdo con el criterio de la línea que se haya establecido.

#### 4.3.10 PLANIFICACIÓN

	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7	S 8
IMPLANTACION EN OBRA								
LLEGADA DE ANCLAJES Y PRIMEROS TRAMOS								
EXCAVACION Y HORMIGONADO DE ANCLAJES								
LLEGADA APOYOS A OBRA								
MONTAJE E IZADO DE APOYOS								
LLEGADA DE CABLE LA								
LLEGADA DE CABLE OPGW								
LLEGADA DE AISLADORES Y HERRAJES								
TENDIDO DE CABLE								
TENDIDO DE OPGW								
COLOCACION DE PUESTA A TIERRA								
COLOCACION DE AVIFAUNA Y REMATES								
CONEXIONADO DE CABLE Y REMATES								
PRUEBAS Y ENERGIZACIÓN								

## 5 AFECCIONES

### 5.1 AFECCIONES

Así mismo por la instalación de la subestación y en el trazado de la línea aérea de 132 kV se verán afectados los siguientes organismos o entidades, bien por cruzamientos o proximidades, para los que se emitirán separatas al proyecto si corresponde.

ORGANISMO
EDistribución Redes Digitales, SLU
PLANTA SOLAR OPDE 14, S.L.

Además de las afecciones indicadas en la tabla, se elaborará una separata del proyecto para su informe por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, por ser este el término municipal de ubicación del proyecto.

### 5.2 NORMAS GENERALES SOBRE AFECCIONES

Cada cruzamiento está definido y descrito textualmente como gráficamente en su correspondiente separata.

Las normas aplicables a los cruzamientos de la línea están recogidas en el apartado 5 de la ITC-LAT- 07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión aprobado por el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

La seguridad en los cruzamientos se reforzará con diversas medidas adoptadas a lo largo de la línea. Estas medidas se resumen a continuación:

En las cadenas de suspensión se utilizarán grapas antideslizantes y en las cadenas de amarre grapas de compresión.

El conductor y el cable de tierra tienen una carga de rotura muy superior a 1.200 daN.

A continuación, se incluye la tabla base para determinar distancias de aislamiento y se detallan distintos casos de cruzamiento con las distancias de seguridad para este proyecto.

Las distancias de aislamiento eléctrico se determinarán teniendo en cuenta todo lo dispuesto en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 (tabla número 15) según la cual:

- Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.
- Dpp: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

Tensión más elevada de la red (kV)	Del (metros)	Dpp (metros)
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
<b>145</b>	<b>1,20</b>	<b>1,40</b>
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas.

### 5.2.1 DISTANCIAS ENTRE CONDUCTORES Y PARTES PUESTAS A TIERRA

Este apartado corresponde al punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a Del, con un mínimo de 0,2 m.

El valor de Del viene indicado en la tabla 15 de la ITC-LAT-07 en función de la tensión más elevada de la red, siendo Del para líneas de 132 kV igual a 1,2 m.

En el caso de cadenas de suspensión se considerará la desviación de la cadena bajo la acción de mitad de presión del viento de 120 km/h.

### 5.2.2 DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES

Este apartado corresponde al punto 5.5 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

La distancia mínima al terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables vendrá dada por la fórmula.

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (m)}$$

con un mínimo de 6 m.

Los valores de Del se indican en la tabla 15 de la ITC-LAT-07 en función de la tensión más elevada de la línea. Por tanto, la distancia mínima será de 6.5 m para líneas de 132 kV.

De forma general en toda la línea se tomará una consideración de terrenos en explotación agrícola o ganadera con una altura mínima de 7 metros.

Según el Reglamento del Dominio Público Hidráulico y el Texto Refundido de la ley de Aguas, en todos los cruces la altura mínima en metros sobre el nivel alcanzado por las máximas avenidas se deducirá de las normas que a estos efectos tenga dictada sobre este tipo de gálibos el Ministerio de Industria y Energía, respetando siempre como mínimo el valor que se deduce de la siguiente fórmula:

$$H = G + 2,30 + 0,01 U,$$

en la que H será la altura mínima en metros, G tendrá el valor de 4,70 para casos normales y de 10,50 para cruces de embalses y ríos navegables, y U será el valor de la tensión de la línea expresada en kilovoltios.

En cauces no navegables la altura es 7 m + 0.01 por (kV de la línea). Por lo tanto serían 8.32 m.

### 5.2.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS Y LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN

Este apartado corresponde al punto 5.6 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Las líneas de telecomunicación son consideradas como líneas de baja tensión.

En el cruce con líneas eléctricas, se situará a mayor altura la de tensión más elevada.

Se procurará que los cruces se efectúen en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, atendiendo a los criterios que se exponen a continuación.

La distancia entre los conductores de la línea inferior y los elementos más próximos de los apoyos de la línea superior no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Con un mínimo de:

- 2 metros para líneas de tensión hasta 45 kV.
- 3 metros para líneas de tensión superior a 45 kV y hasta 66 kV.
- 4 metros para líneas de tensión superior a 66 kV y hasta 132 kV.
- 5 metros para líneas de tensión superior a 132 kV y hasta 220 kV.
- 7 metros para líneas de tensión superior a 220 kV y hasta 400 kV.

Los valores de  $D_{el}$  se indican en la tabla 15 del reglamento en función de la tensión más elevada de la línea de inferior tensión.

En todos los casos las líneas que se cruzan no superan los 132 kV ( $1,5 + 1,2 = 2,7$  m), por lo tanto, se adopta un mínimo para toda la línea de 4 metros.

La distancia vertical mínima entre los conductores de ambas líneas en las condiciones más desfavorables no será inferior al valor dado por la fórmula:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Tomando el valor de  $D_{add}$  que corresponda para la tensión nominal de la línea según la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red (kV)	$D_{add}$ (m)
66	2,5
132	3
220	3,5
400	4

. Distancias adicionales.

La distancia mínima vertical entre fases en el punto de cruce resulta de  $3 + 1,40 = 4,40$  m para líneas de 132 kV.

La distancia mínima vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos tierra-óptico (OPGW) de la línea inferior, en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + D_{el} \text{ (m)}$$

Por tanto, esta distancia mínima será  $1,5 + 1,2 = 2,7$  m para líneas de 132 kV.

#### 5.2.4 DISTANCIAS HORIZONTALES

Para los distintos cruzamientos se observará en la instalación de los apoyos las distancias mínimas horizontales recogidas a continuación, para diferentes casos:

Carreteras del Estado tipo autopistas, autovías y vías rápidas: > 50 metros, 1,5 altura del apoyo.

Carreteras del Estado resto (no rápidas): > 25 metros, 1,5 altura del apoyo.

Ferrocarriles: > 50 metros a explanación, 1,5 altura del apoyo, (zona de protección 70m.)



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### 5.2.5 PASO POR ZONAS BOSQUES, ÁRBOLES Y MASAS DE ARBOLADO

Este apartado corresponde al punto 5.12.1 de la ITC-LAT-07 del vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

Frecuentemente los árboles entran en contacto con las líneas eléctricas debido principalmente al crecimiento natural del árbol, al desprendimiento de una rama por el viento o a la caída del árbol, bien por la mano del hombre o por el efecto de los vientos huracanados, reduciéndose así la distancia entre sus copas y los conductores. Esto provoca accidentes personales o interrupciones del servicio, ya que se generan intensidades elevadas que al descargar en forma de arcos producen incendios que pueden propagarse.

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

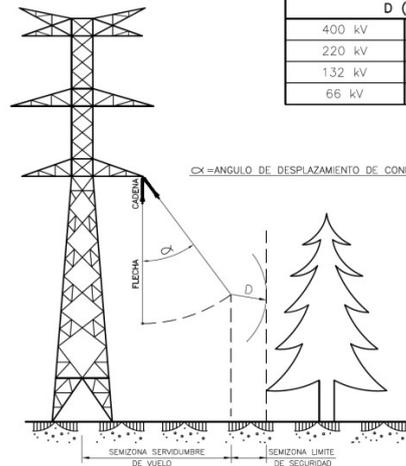
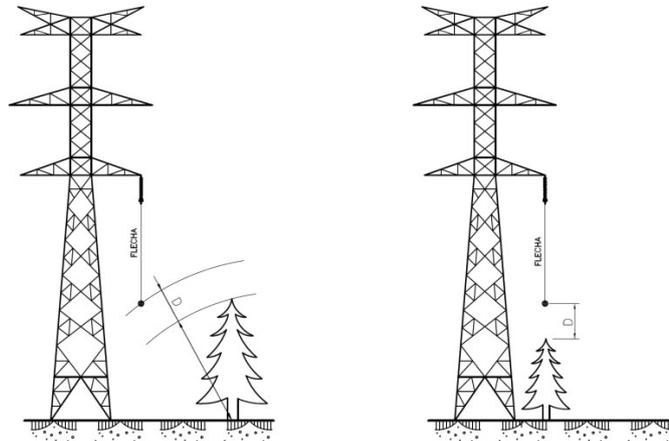
$$Dadd + Del = 1,5 + Del \text{ (m)}$$

con un mínimo de 2 metros. Los valores de Del se indican en la tabla 15 del reglamento en función de la tensión más elevada de la línea.

Por tanto, la zona de corta de arbolado se extenderá a las distancias explosivas que se indican a continuación, de forma que los árboles queden siempre a esta distancia mínima del conductor de 2,7 m para líneas de 132 kV.

Se adjunta en la presente memoria un croquis en los que se muestra gráficamente lo anteriormente expuesto en este epígrafe.

## SERVIDUMBRE DE VUELO DISTANCIA EXPLOSIVA



DISTANCIA AL ARBOLADO	
D (m)	
400 kV	4,30
220 kV	3,20
132 kV	2,70
66 kV	2,20

Distancia a arbolado

## 5.3 DETALLES DE AFECCIONES

### 5.3.1 EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, SLU

#### 5.3.1.1 Afección nº1

La ubicación de la SET Torrero Pre se encuentra próxima a dos líneas de EDistribución Redes Digitales SLU por lo que se informa a la misma. La afección por proximidad se produce en las coordenadas aproximadas X= 678735 e Y= 4607546 en el término municipal de Zaragoza

Según el ITC RAT 15:

*6.5.2 Otras líneas aéreas en proximidad de una subestación Por motivos de seguridad no se permite la construcción de subestaciones de exterior bajo la franja del terreno definida por la servidumbre de vuelo de una línea aérea de alta tensión ajena a la subestación, incrementada a cada lado en la altura de los apoyos de la línea más 10 m. Por el mismo motivo, tampoco se permite la construcción de líneas eléctricas de alta tensión ajenas a la subestación pero próximas a ella, si la franja de terreno definida anteriormente para la línea interfiere en el perímetro de la subestación.*

Se estima una franja de seguridad de 35 m para ambas líneas, por lo que la subestación se ubica a una distancia superior de manera que se cumple lo especificado en las normas.

#### 5.3.1.2 Afección nº2

Entre el apoyo AP01 y el apoyo AP02 se produce una afección por cruzamiento con la LAMT 10 kV de EDistribución Redes Digitales SLU en las coordenadas aproximadas X=678772 e Y=4607468 en el término municipal de Zaragoza. Se estima que se cumplen las distancias mínimas requeridas dado que la distancia vertical entre conductor de fase y conductor de tierra es 3,88 m siendo mayor a la distancia requerida de 2,70 m, la distancia vertical entre conductores de fase entre ambas líneas es 6,12 m siendo mayor a la distancia requerida de 4,40 m, y la distancia horizontal 17,45 m, siendo mayor a la requerida de 4 m. Por lo que el cruzamiento cumple con lo especificado en las normas.

#### 5.3.1.3 Afección nº3

Entre el apoyo AP02 y el pórtico de la SET Torrero se produce una afección por cruzamiento con una LABT de postes de madera y conductores desnudos en las coordenadas aproximadas X=678797 e Y=4607456 en el término municipal de Zaragoza. Se estima que se cumplen las distancias mínimas requeridas dado que la distancia vertical entre conductores de fase entre ambas líneas es 4,99 m siendo mayor a la distancia requerida de 4,40 m, y la distancia horizontal 9,40 m, siendo mayor a la requerida de 4 m. Por lo que el cruzamiento cumple con lo especificado en las normas.

#### 5.3.1.4 Afección nº4

Entre el apoyo AP02 y el pórtico de la SET Torrero se produce una afección por cruzamiento con la LAT 45 kV subterránea (aún sin ejecutar) de EDistribución Redes Digitales SLU en las coordenadas aproximadas X=678815 e Y=4607450 en el término municipal de Zaragoza. Se estima que se cumplen las distancias mínimas requeridas dado que la altura mínima sobre el terreno es de 10,55 m mayor que la requerida de 6,50 m, además la base de los apoyos se encuentra en todo momento a más de 5m de la traza zanja por lo que el cruzamiento cumple con lo especificado en las normas.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">N.º Colegiado: 2001937 JOSE LUIS OVEJUNO VISADO: 2304-23A DE FECHAS: 15/5/23 INGENIERIA PROYECTOS</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">inproin</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

### 5.3.1.5 Afección nº5

Entre el apoyo AP02 y el pórtico de la SET Torrero se produce una afección por cruzamiento con la LAAT 132 kV de EDistribución Redes Digitales SLU en las coordenadas aproximadas X=678813 e Y=4607451 en el término municipal de Zaragoza. Se estima que se cumplen las distancias mínimas requeridas dado que la distancia vertical entre conductor de fase y conductor de tierra es 10,97 m siendo mayor a la distancia requerida de 2,70 m, la distancia vertical entre conductores de fase entre ambas líneas es 12,24 m siendo mayor a la distancia requerida de 4,40 m, y la distancia horizontal 28,70 m, siendo mayor a la requerida de 4 m. Por lo que el cruzamiento cumple con lo especificado en las normas.

### 5.3.1.6 Afección nº6

Entre el apoyo AP01 y el apoyo AP02 se produce una afección por paralelismo con la LAAT 45 kV de EDistribución Redes Digitales SLU en las coordenadas aproximadas X=678750 e Y=4607458 en el término municipal de Zaragoza. Este paralelismo se produce en la zona de acceso de una subestación transformadora. Se estima que se cumplen las distancias mínimas requeridas dado que la distancia horizontal entre la línea y el apoyo más próximo es de 9,37 m, siendo mayor a la requerida de 4 m. Por lo que el cruzamiento cumple con lo especificado en las normas.

## 5.4 PLANTA SOLAR OPDE 14, S.L.

### 5.4.1 AFECCIÓN Nº1

Entre el apoyo AP02 y el pórtico de la SET Torrero se produce una afección por cruzamiento con la LAT 132 kV subterránea (aún sin ejecutar) de la PLANTA SOLAR OPDE 14 SL en las coordenadas aproximadas X=678799 e Y=4607456 en el término municipal de Zaragoza. Se estima que se cumplen las distancias mínimas requeridas dado que la altura mínima sobre el terreno es de 10,55 m mayor que la requerida de 6,50 m, además la base de los apoyos se encuentra en todo momento a más de 5m de la traza zanja por lo que el cruzamiento cumple con lo especificado en las normas.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	
---	--	--

**COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA**  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
**VISADO Nº. : VD02304-23A**  
**DE FECHA : 25/5/23**  
**E-VISADO**

## 5.5 CUADRO RESUMEN DE AFECCIONES

PUNTOS	AFECCIÓN	Tipo de Afección	Distancia Vertical	Distancia vertical requerida	Distancia horizontal I	Distancia horizontal I requerida	Coord X	Coord Y	ORGANISMO	nº Afección	TTMM
SET TORRERO PRE	LAATS EDISTRIBUCIÓN	proximidad	na	na	>35,00	35,00	67873 5	460754 6	EDistribución Redes Digitales, SLU	nº 1	Zaragoza
AP01 AP02	LAMT 10 kV EDISTRIBUCIÓN	cruzamiento	ft: 3,88; ff: 6,12	ft: 2,70; ff: 4,40	17,45	4,00	67877 2	460746 8	EDistribución Redes Digitales, SLU	nº 2	Zaragoza
AP01 AP02	LABT EDISTRIBUCIÓN	cruzamiento	ff: 4,99	ff: 4,04	9,40	4,00	67879 7	460745 6	EDistribución Redes Digitales, SLU	nº 3	Zaragoza
AP02 Pórtico	LSAT 45 kV EDISTRIBUCIÓN	cruzamiento	10,55	6,50	>5,00	5,00	67881 5	460745 0	EDistribución Redes Digitales, SLU	nº 4	Zaragoza
AP02 Pórtico	LSAT 132 kV PLANTA SOLAR OPDE 14, S.L.	cruzamiento	10,55	6,50	>5,00	5,00	67879 9	460745 6	PLANTA SOLAR OPDE 14 SL	nº 1	Zaragoza
AP02 Pórtico	LAAT 132 kV EDISTRIBUCIÓN	cruzamiento	ft: 10,97; ff: 12,24	ft: 2,70; ff: 4,40	28,7	4,00	67881 3	460745 1	EDistribución Redes Digitales, SLU	nº 5	Zaragoza
AP01 AP02	LAAT 45 kV EDISTRIBUCIÓN	paralelismo	na	na	9,37	4,00	67875 0	460745 8	EDistribución Redes Digitales, SLU	nº 6	Zaragoza

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	
---	--	--

## 6 CONCLUSIÓN

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente la nueva subestación y la línea de evacuación, en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza), sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Mayo de 2023



Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.

Ingeniero Industrial.

Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:

Ingeniería y Proyectos Innovadores

B-50996719



## Anexo 1. Cálculos Eléctricos Subestación

## ÍNDICE

1	OBJETO .....	3
2	NORMATIVA .....	4
3	SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV .....	5
3.1	NIVELES DE AISLAMIENTO .....	5
3.2	DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD .....	5
3.3	CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO .....	8
3.3.1	<i>HIPÓTESIS DE DISEÑO</i> .....	8
3.3.2	<i>CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO</i> .....	9
3.4	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS .....	9
3.5	CÁLCULO DE CONDUCTORES .....	12
3.5.1	<i>CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 132 KV SET TORRERO PRE</i> .....	12
3.6	CABLE DE POTENCIA AISLADO. CÁLCULOS ELÉCTRICOS .....	15
3.6.1	<i>CONDUCTOR EN 30 KV. CONEXIÓN A TRANSFORMADOR DE POTENCIA</i> .....	15
3.6.1.1	<i>Intensidad máxima admisible</i> .....	15
3.6.1.2	<i>Intensidad por cortocircuito admisible</i> .....	16
3.6.1.3	<i>Pérdidas admisibles por caída de tensión</i> .....	17
3.7	CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS .....	17
3.7.1	<i>CONSIDERACIONES PREVIAS</i> .....	18
3.7.1.1	<i>Normativa utilizada</i> .....	18
3.7.1.2	<i>Procedimiento para el cálculo</i> .....	18
3.7.1.3	<i>Datos de partida para el cálculo</i> .....	19
3.7.2	<i>CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES</i> .....	19
3.7.3	<i>RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA</i> .....	20
3.7.4	<i>INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA</i> .....	20
3.7.5	<i>EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO</i> .....	21
3.7.6	<i>CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA</i> .....	23
3.8	RED DE TIERRAS SUPERIORES .....	23



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 1 OBJETO

El objeto del presente anexo es la realización de los cálculos eléctricos justificativos asociados a la subestación de evacuación necesaria para la CSF Atalaya del Ebro.

La infraestructura necesaria para la evacuación de la central solar fotovoltaica objeto de este anexo es la siguiente:

**1.- Subestación Torrero Pre 30/132 kV:** Nueva subestación colectora, situada en el término municipal de Zaragoza, que tiene como misión elevar mediante un transformador al nivel de 132 kV la energía procedente de la CSF Atalaya del Ebro y evacuar dicha energía mediante una línea aérea 132 kV.

En el presente anejo, se llevan a cabo los cálculos eléctricos justificativos correspondientes a los diferentes niveles de tensión la instalación indicada.

El objeto de este documento es justificar, desde el punto de vista técnico, las soluciones adoptadas en cada uno de los diferentes niveles de tensión de las infraestructuras de evacuación anteriormente indicadas, para los elementos más críticos de las configuraciones adoptadas.

Este documento incluye la justificación de los siguientes elementos:

- Cálculo de cortocircuito
- Cálculo de conductores
- Red de tierras inferiores.
- Red de tierras superiores.

Cada apartado contiene la normativa aplicable en cada caso, las hipótesis de diseño, los cálculos justificativos, criterios de validación y conclusiones.

## 2 NORMATIVA

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE N° 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.
- Norma CEI 865 de 1986, "Cálculo de los efectos de las corrientes de cortocircuito".
- Norma UNE EN 60865-1, "Corrientes de cortocircuito, cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo".
- Norma CEI 909-1988, "Cálculo de corrientes de cortocircuito en redes de corriente alterna trifásica".
- Norma VDE 0102.
- Norma DIN 43670.

Si al aplicar las normas y reglamentos anteriores se obtuviesen valores que discrepasesen con los que pudieran obtenerse con otras normas o métodos de cálculo, se considerará siempre el resultado más desfavorable, con objeto de estar siempre del lado de la seguridad.

### 3 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV

#### 3.1 NIVELES DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento de los equipos a instalar en la nueva subestación indicados cumplirán lo establecido en la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Concretamente cumplirán con los niveles de aislamiento indicados en las tablas 1, 2 y 3 de la citada ITC-RAT 12 asociadas a los valores normalizados de la tensión más elevada para el material de los grupos A, B y C respectivamente, al tratarse de una instalación con diferentes niveles de tensión. Estos valores de tensión de aislamiento serán:

INSTALACIÓN	TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)
SET TORRERO PRE	132	145	275	650
	30	36	70	170

Se instalarán pararrayos en la salida de la línea de 132 kV, debido a que la aparamenta exterior está expuesta a descargas atmosféricas.

#### 3.2 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas entre fases y entre fase y tierra de aislamiento en aire para los niveles de tensión de aislamiento indicados en el apartado anterior vienen fijados en las mismas tablas de la ITC-RAT 12 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y son:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra (mm)	Distancia mínima de aislamiento en aire entre fases (mm)
132	145	1.300	
30	36	320	

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

Los elementos en tensión que se encuentren sobre pasillos de servicio, deberán estar a una altura mínima en cm de  $H = 250 + d$ , siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, considerando como parte en tensión la línea de contacto del elemento aislante con su zócalo o soporte. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, la altura mínima a considerar sería, para cada nivel de tensión:

- Parque 132 kV:  $H=250+130= 380$  cm
- Parque 30 kV:  $H=250+32= 282$  cm

Distancia respetada como se puede observar en los planos adjuntos.

Los pasillos de servicio, tanto del parque intemperie de la subestación, como del interior de la sala de celdas de MT del edificio de control, dispondrán de la anchura suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de los equipos, cumpliendo con lo establecido en el apartado 6.1.1 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

En los planos adjuntos en este proyecto, puede comprobarse en la disposición en planta y alzado de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

- **Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación**

Los sistemas de protección que deban establecerse en el interior de la instalación para evitar contactos accidentales con elementos en tensión, guardarán unas distancias mínimas medidas en horizontal a los elementos en tensión que se respetaran en la zona comprendida entre el suelo y una altura de 2 m y que según el sistema de protección elegido y expresadas en centímetros, serán:

- De elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm de altura mínima:  
 $B = d + 3$
- De elementos en tensión a enrejados de 180 cm de altura mínima:  
 $C = d + 10$
- De elementos en tensión a cierres de cualquier tipo (paredes macizas, enrejados, barreras, etc..) con una altura que en ningún caso podrá ser inferior a 100 cm:  
 $E = d + 30$ , con un mínimo de 125 cm

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	B (cm)	C (cm)	E (cm)
132	145	130	133	140	160
30	36	32	35	42	62

- Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación**

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre estos y el cierre la distancia mínima de seguridad, medida en horizontal y expresada en centímetros, que se indica a continuación:

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k < 250 + d$ :

$$F = d + 100$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es una pared maciza de altura  $k \geq 250 + d$

$$B = d + 3$$

- De elementos en tensión al cierre cuando este es un enrejado de cualquier altura  $k \geq 220$  (La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50x50 mm):

$$G = d + 150$$

Siendo 'd' la distancia expresada en cm de las tablas de la ITC-RAT 12, para los diferentes niveles de tensión que tenemos en la nueva subestación.

En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se ha considerado un cerramiento perimetral de malla metálica de 2,20 de altura mínima. Por lo que las distancias mínimas a considerar se indican en la tabla siguiente:

TENSIÓN NOMINAL (kV eficaces)	TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (kV eficaces)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases 'd' (cm)	G (cm)
132	145	130	280
30	36	32	182

En el plano de planta de la subestación adjunto en este proyecto, puede comprobarse en la disposición de los equipos del parque intemperie, que las distancias consideradas en el diseño de la subestación superan en todos los casos las distancias mínimas indicadas y marcadas en el Reglamento.

### 3.3 CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO

#### 3.3.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO

Con el objeto de verificar las características de la aparatación eléctrica y conductores en los niveles de 132 y 30 kV, se ha realizado un estudio de cortocircuito en el sistema de alta tensión.

Tal y como se indica en IEC 60909-0, se han considerado las siguientes hipótesis para obtener los máximos valores de corriente de cortocircuito:

El factor  $c_{max}$  debe ser aplicado para los casos de alta y media tensión en el escenario más restrictivo (máxima corriente de cortocircuito) tal y como se indica en la Tabla 1 de la IEC 60909-0.

Table 1 – Voltage factor  $c$

Nominal voltage $U_n$	Voltage factor $c$ for the calculation of	
	maximum short-circuit currents $c_{max}^{1)}$	minimum short-circuit currents $c_{min}$
<b>Low voltage</b> 100 V to 1 000 V (IEC 60038, table I)	1,05 <sup>3)</sup> 1,10 <sup>4)</sup>	0,95
<b>Medium voltage</b> >1 kV to 35 kV (IEC 60038, table III)	1,10	1,00
<b>High voltage<sup>2)</sup></b> >35 kV (IEC 60038, table IV)		

<sup>1)</sup>  $c_{max} U_n$  should not exceed the highest voltage  $U_m$  for equipment of power systems.  
<sup>2)</sup> If no nominal voltage is defined  $c_{max} U_n = U_m$  or  $c_{min} U_n = 0,90 \times U_m$  should be applied.  
<sup>3)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +6 %, for example systems renamed from 380 V to 400 V.  
<sup>4)</sup> For low-voltage systems with a tolerance of +10 %.

#### Datos de partida

##### SE MonteTorrero 220 kV:

- Potencia de cortocircuito Montetorrero 220 kV: 22,6 kA).

(Informe anual de la Corriente de Cortocircuito en la red de Transporte del Sistema Eléctrico Peninsular 2021).

##### Línea 132 kV SE Torrero Pre – SE Torrero

- Cable LA-380 (337-AL1/44-ST1A) Dúplex
- Resistencia R= 0,099  $\Omega$ /km
- Reactancia X= 0,409  $\Omega$ /km
- Longitud L= 0,154 km

### Transformador Torrero Pre:

- Potencia nominal  $S_N = 85$  MVA
- Relación de transformación 132/30 kV
- Tensión de cortocircuito  $U_{cc} = 13\%$
- Relación R/X. 1/6

### Fórmulas a aplicar

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito simétrica inicial  $I''_{cc}$  se aplica la siguiente fórmula:

$$I''_{cc} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{cc}} = \frac{cU_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2}} A(efc.)$$

Siendo:

$c = 1,1$ , factor que considera la verdadera tensión y capacidad de línea y admitancias de cargas en paralelo.

$U_n$  = Tensión nominal.

$Z_{cc}$  = Impedancia de cortocircuito total desde el origen hasta el punto de cortocircuito a calcular.

La amplitud o valor de cresta de la corriente de cortocircuito o de choque se calculará por la expresión:

$$I_{ch} = K \cdot \sqrt{2} I''_{cc}, \text{ siendo } K = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3R/X}$$

### 3.3.2 CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

Se ha modelizado el cálculo de cortocircuito trifásico y a continuación se indican las intensidades de cortocircuito trifásico calculadas para cada nivel de tensión, en los diferentes puntos:

Situación	$I''_{cc}$ TOTAL (kA)	$I_{ch}$ (kA)
SET TORRERO PRE (132 kV)	3,177	3,326
SET TORRERO PRE (30 kV)	7,607	20,335

### 3.4 COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO CON LOS PARARRAYOS

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el suministro de energía a los consumidores.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de ZnO, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas que son las siguientes:

- 1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema

Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80% de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

U <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	U <sub>1</sub> (kV)
132	145	83,72	104,65
30	36	20,78	25,98

Donde:

$$U_{mf-t} = \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

$$U_1 = \frac{U_{mf-t}}{0,8}$$

Así pues, los valores obtenidos en el nivel de 132 kV indican que los pararrayos de 104,65 kV, pueden soportar continuamente 83,72 kV (de manera análoga con el resto de niveles de tensión).

- 2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda 50Hz, de tiempo apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.)

Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8%.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra, C<sub>pat</sub>, vale 0,8 para redes con neutro efectivamente puesto a tierra y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

- Para el nivel de 132 kV tomamos un C<sub>pat</sub> de 0,8.
- Para el nivel de 30 kV tomamos un C<sub>pat</sub> de 0,8.

El coeficiente de defecto a tierra, C<sub>dt</sub>, se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$C_{dt} = \sqrt{3} C_{pat}$$

La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = \frac{U_{mf-t}}{1,08} \cdot C_{dt}$$

U <sub>n</sub> (kV)	U <sub>m f-t</sub> (kV)	C <sub>pat</sub>	U <sub>2</sub> (kV)
132	83,72	0.8	107,41
30	20,78	0,8	26,66

- 3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores ( $U_1$  y  $U_2$ ). Además, se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

$U_n$ (kV)	U selec (kV)	U comercial (kV)	$U_{resmax}$ (kV cresta)	clase
132	107,41	108	259	3
30	26,66	30	79,5	3

- 4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:

$$C = \frac{BIL}{U_{residual}} \geq 1,4$$

Donde, BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50  $\mu$ s en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger

$U_n$ (kV)	BIL	$U_{resmax}$ (kV cresta)	C
132	450	259	1,73
30	145	79,5	1,82

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4).

- 5) Elección de la línea de fuga mínima

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Se considera que en el emplazamiento de la subestación no hay contaminación apreciable, por tanto:

Línea de fuga  $\geq 16 U_{me}$

Siendo  $U_{me}$  la tensión más elevada prevista para el material.

$U_n$ (kV)	$U_{me}$ (kV)	Línea de fuga mínima (mm)
132	145	2.320
30	36	576

## 6) Análisis de márgenes de protección

Se realizan según la expresión:

$$M_P = \left( \frac{BIL}{U_{res}} - 1 \right) \cdot 100$$

Se tiene:

Un (kV)	BIL	Uresmax (kV cresta)	MARGEN (%)
132	450	259	73,7
30	145	79,5	82,4

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 20%.

## 3.5 CÁLCULO DE CONDUCTORES

### 3.5.1 CONDUCTOR PARQUE INTEMPERIE 132 kV SET TORRERO PRE.

#### Conexión mediante tubo

La conexión del transformador de potencia y la salida en media tensión de las celdas de 30 kV, está prevista que se realice a través de tubo de aluminio desde donde se conectarán los cables aislados de la celda de media tensión de 30 kV.

El conductor seleccionado para realizar estas conexiones es un tubo de Al 100/84 mm por fase.

Las características principales para este tipo de tubo de Al son las siguientes:

- Tipo de conductor	Tubo Al 6063 – T6
- Dimensiones Øext/Øint	100/88 mm
- Sección	1.770 mm <sup>2</sup>
- Peso	4,784 kg/m
- Intensidad máx. admisible (80°C)	2.520 A
- Vano admisible	12,10 m
- Momento de Inercia	196,49 cm <sup>4</sup>
- Momento Resistente	39,98 cm <sup>3</sup>

#### Intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima admisible que se considera en la conexión con el transformador (según potencia máxima del transformador) es de 1.635,82 A (en el parque de 30 kV).

Se establece un factor de corrección por temperatura de 0,84 para una temperatura de servicio de 90 °C y temperatura ambiente hasta 55°C.

Además, por exposición continua al sol se establece un factor de 0,90.



Todo ello supone un factor general de 0,756.

La intensidad máxima que puede transportar el tubo será:  $0,756 \cdot 2.520 = 1.905,12$  A.

Por lo tanto, al ser la intensidad máxima admisible del tubo superior a la corriente máxima de la

### Conexión mediante cable

El conductor seleccionado para realizar la conexión entre aparatos de 132 kV es un conductor LA-380.

Las características del conductor son las siguientes:

Tipo de conductor: ..... LA-380 (337-AL1/44-ST1A)  
Diámetro del conductor: .....  $\varnothing = 25,38$  mm  
Sección del conductor: .....  $As = 381$  mm<sup>2</sup>  
Peso propio del conductor: .....  $ms = 1.275$  kg/km  
Módulo de elasticidad: .....  $E = 6.900$  daN/mm<sup>2</sup>  
Carga de rotura ..... 10.650 daN  
Resistencia Eléctrica (20°C) ..... 0,0857  $\Omega$ /km

Se pretende en este apartado comprobar que la elección del tipo de conductor elegido es correcta.

### Intensidad máxima admisible:

La intensidad máxima que va a existir en la instalación SET TORRERO PRE (considerando potencia del transformador) es de 371,77 A (en el parque de 132 kV).

La intensidad máxima admisible que puede transportar el cable según el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT-07, apartado 4.2 se calcula mediante la expresión:

$$I_{adm} = n \cdot D \cdot S \cdot K$$

Siendo,

D= densidad de corriente reglamentaria admisible según la sección del cable en A/mm<sup>2</sup>

S= sección del conductor en mm<sup>2</sup>

K= coeficiente que depende de la composición del cable

En este caso se tiene:

D= 1,87 A/mm<sup>2</sup>

S= 381 mm<sup>2</sup>

K= 0,97 (correspondiente a la composición 54+7)

n = número de conductores por fase

Por lo tanto,

$$I_{adm} = 691,09$$

Así, estaremos por encima de las intensidades máximas que se van a producir en la posición.

### 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 del parque

intemperie 132 kV de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva. Para ello, utilizaremos la fórmula de Peek:

$$U_c = V_c \cdot \sqrt{3} = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot \delta \cdot m_t \cdot r \cdot \ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)$$

Donde:

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

$V_c$  = 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.

$m_c$  = coeficiente de rugosidad del conductor (se considera 0,85 para cables formados por hilos).

$m_t$  = coeficiente meteorológico (tiempo seco  $m_t=1$ , tiempo lluvioso  $m_t=0,8$ ).

$r$  = radio del conductor en cm (1,269 cms)

$DMG$  = distancia media geométrica entre conductores en cm. Dado que se encuentran situados en un mismo plano y partiendo de que estén equidistantes entre si  $x$  cm:

$$D = \sqrt[3]{x \cdot x \cdot 2x} = \sqrt[3]{2} \cdot x = 1,26 \cdot x \text{ cm}$$

En este caso  $x= 300$  cm, por lo que  $D= 1,26 \cdot 300= 378$  cm

$RMG$  = radio medio geométrico en cm.

$$RMG = \sqrt{r \cdot n \cdot d}$$

Siendo:

$r$  = radio del conductor en cm.

$d$  = distancia entre conductores de la misma fase en cm.

$n$  = número de conductores

$\delta$  = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar.

El valor de  $\delta$  se calcula por:

$$\delta = 3,92 \cdot \frac{H}{273 + \theta} = 1,01$$

Donde:

$h$  = presión barométrica en cm de columna de mercurio

$\theta$  = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud del punto que se considere.

El valor de  $h$  es función de la altitud sobre el nivel del mar. En el caso de la subestación objeto de este proyecto, se encuentra ubicada aproximadamente a 250 metros sobre el nivel del mar por lo que se consideran 736,54 mm Hg de presión ( $h= 73,65$  cm) y la temperatura estimada 13,37°C.

Por lo tanto, se tiene:

Para tiempo seco:  $U_c= 226,46$  kV

Para tiempo húmedo:  $U_c= 181,17$  kV

Este valor es superior a la tensión máxima considerada, se observa que no se produce efecto corona.



### 3.6 CABLE DE POTENCIA AISLADO. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

#### 3.6.1 CONDUCTOR EN 30 kV. CONEXIÓN A TRANSFORMADOR DE POTENCIA.

A continuación, se establecen los cálculos eléctricos justificativos necesarios para la elección del cable aislado necesario, en el nivel de 30 kV, desde la celda de protección de transformador hasta las bornas de M.T. del transformador 132/30 kV

Se establece como criterio de dimensionamiento la potencia nominal del transformador de potencia 132/30 kV. En el momento de la realización de este proyecto se desconoce los valores de cortocircuito en los puntos de conexión en la subestación, considerando un valor de 25 kA, el cual se considera lo suficientemente y admisible.

Los datos principales son los siguientes:

- Tensión nominal: 30 kV.
- Tensión más elevada: 36 kV.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Intensidad de cortocircuito: 25 kA.
- Duración del cortocircuito: consideramos  $t_s = 1$  s.
- Tipo de instalación: Enterrados bajo tubo.

Los cálculos eléctricos que se llevan a cabo para el dimensionamiento del cable aislado, serán los siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito admisible por el conductor.
- Perdidas admisibles por caída de tensión.

##### 3.6.1.1 Intensidad máxima admisible.

Según lo indicado anteriormente, consideraremos que tendremos con una potencia de evacuación en el caso más desfavorable de 85 MVA, Ello hace una intensidad nominal:

$$I_n: 1.635,85 \text{ A.}$$

Se establece un circuito triplex (tres cables por fase), instalado en canalización enterrada y bajo tubo para el transporte de la energía desde la celda hasta el transformador de potencia:

Cable aislado: **3 x (3 x 1 x 630 mm) AI HEPRZ1 18/30 kV** con pantallas de cobre de 25 mm<sup>2</sup>.

Características eléctricas principales son las siguientes:

Tensión de operación: .....	30 kV
Tensión de operación máxima: .....	36 kV.
Tensión de impulso:.....	170 kV.
Capacidad: .....	0,35 $\mu$ F/km.
Resistencia en CC (20 °C).....	0,0283 $\Omega$ /km
Reactancia .....	0,095 $\Omega$ /km
Corriente de cortocircuito admisible en conductor:.....	90,1 kA (1 seg).



Según grafica de fabricante.

Intensidad admisible al (instalación enterrada bajo tubo) ..... 765 A.

En nuestro caso se establece una instalación enterrada bajo tubo, lo cual hace que se establezca los siguientes factores de corrección según se recogen en la ITC-LAT 06 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión.

$$I_{max} = n \cdot I_{cond} \cdot K_1 = 3 \cdot 765 \cdot 0,75 = 1.721,25 \text{ A}$$

$K_1$ : Factor de agrupación de circuitos al aire. Factor de agrupamiento de ternas de conductores separados una distancia mayor al diámetro d: 0,75

Lo anterior hace que se puede establecer que la intensidad admisible del cable en las condiciones de instalación indicadas será de 1.721,25 A. Lo cual es superior a la intensidad máxima que se ha supuesto (1.635,85 A).

### 3.6.1.2 Intensidad por cortocircuito admisible.

Tal y como se ha indicado anteriormente la intensidad de cortocircuito considerada es de 25 kA, la cual es soportada por el conductor de cobre definido el cual admite hasta una intensidad en el conductor:

Duración del cortocircuito en conductor	t	1 s
Sección total del circuito	S	1890 mm <sup>2</sup>
Factor K del material conductor	K	226 A·s <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup>
Factor b del material conductor	β	234,5 K
Temperatura inicial	θ <sub>i</sub>	105 °C
Temperatura final	θ <sub>f</sub>	250 °C
Intensidad de cortocircuito admisible	I <sub>cc</sub>	254728,578 A

Por otro lado, según se establece en la norma UNE 211435 (Composición de pantalla: 23 x 1,4 mmD). Establecemos la capacidad admisible de la pantalla de cobre del cable aislado.

Duración del cortocircuito en pantalla	t	1 s
Sección total del circuito	S	0,7854 mm <sup>2</sup>
Factor K del material conductor	K	226 A·s <sup>1/2</sup> /mm <sup>2</sup>
Factor b del material conductor	β	234,5 K
Temperatura inicial	θ <sub>i</sub>	70 °C
Temperatura final	θ <sub>f</sub>	180 °C
Factor A		0,41
Factor B		0,12
Factor F corrector térmico		0,5
Factor de corrección proceso no adiabático	ε	1,126727525
Intensidad cortocircuito admisible 1 hilo adiabático	I <sub>cc1</sub>	98,573 A
Intensidad cortocircuito admisible pantalla	I <sub>cc</sub>	3554,068 A

### 3.6.1.3 Pérdidas admisibles por caída de tensión.

Finalmente, consideraremos las pérdidas que se produzcan en dicho conductor en servicio continuo y para la longitud del trazado, el cual consideraremos que es de 30 metros.

Caída de tensión máxima permitida		1,5 %
Longitud de la línea (Recorrido) en km		0,03 km
Factor de potencia del circuito	cos $\phi$	0,95
Temperatura ambiente		40 °C
Temperatura máxima de servicio		105 °C
Intensidad máxima del cable en servicio		1721,844237 A
Intensidad de cálculo del cable		1635,826 A
Temperatura del cable		98,7 °C
Resistencia a 20 °C (1 cable)	R	3,78E-02 $\Omega$ /km
Resistencia en el punto de trabajo		4,98E-02 $\Omega$ /km
Reactancia de los cables	XL	0,093 $\Omega$ /km
Caída de tensión	$\Delta U$	<b>2,164 V</b>
	$\Delta U$	
Caída de tensión porcentual	(%)	<b>0,0072 %</b>
Pérdida de potencia	P	<b>4000,015 W</b>
Pérdida de potencia porcentual	P(%)	<b>0,0047 %</b>

Como puede observarse el porcentaje de potencia perdida en este tramo es prácticamente mínimo lo cual podemos concluir indicando que el cable definido anteriormente es válido para el servicio especificado.

## 3.7 CÁLCULOS DE LA RED DE TIERRAS

El sistema de puesta a tierra para las instalaciones de Alta (132 y 30 kV) y Baja Tensión es único, estando compuesto por:

- Malla de puesta a tierra de la Subestación, para Parque Intemperie y Edificio de Control.

Las tierras de protección y de servicio también pertenecen al mismo sistema, puesto que se cumple  $V_d < 1.000 V$ .

Cuando se produce un defecto a tierra en la instalación, se provoca una elevación del potencial del electrodo, a través del cual circula la corriente hacia tierra, apareciendo sobre el terreno gradientes de potencial. Por lo tanto, al diseñar los electrodos de puesta a tierra deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad de las personas en relación con las elevaciones de potencia: tensiones de paso y contacto.
- Sobretensiones peligrosas para las instalaciones.
- Valor de la intensidad de defecto que haga funcionar las protecciones, asegurando la eliminación de la falta.

### 3.7.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

#### 3.7.1.1 Normativa utilizada

Las normativas aplicadas para este cálculo del sistema de puesta a tierra son:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- IEEE Std 80/2013 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding". (se trata de una guía de aplicación).
- IEC 60364 Instalaciones eléctricas en edificios.
- IEC -EN – 61024-1 Protección de las estructuras contra el rayo. Parte 1: Principios generales

#### 3.7.1.2 Procedimiento para el cálculo

Para determinar el cumplimiento de las condiciones de seguridad requeridas, se seguirá el procedimiento de cálculo que se indica a continuación, según lo señalado en el apartado 2.1 de la ITC-RAT 13:

- Investigación de las características del terreno.
- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- Diseño preliminar de la instalación de tierra.
- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el exterior de la instalación.
- Comprobación de que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos anteriores son inferiores a los valores máximos.
- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

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

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobras y celdas MT.
- Puertas metálicas del local.
- Vallas y cercas metálicas.
- Blindajes metálicos del cable.
- Carcasas del transformador.
- Circuitos de BT de los transformadores de medida.
- Descargadores para la eliminación de sobretensiones.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de p.a.t.
- Neutro transformador.
- Mallazo de la Subestación, cimentación del Edificio de control, y otras.

### 3.7.1.3 Datos de partida para el cálculo

Régimen de Neutro: ..... A través de Impedancia  
 Resistividad del terreno: ..... 200 Ωm (valor considerado)  
 Tiempo de duración de la corriente de falta: ..... 0,5 seg  
 Intensidad monofásica de falta: ..... 7 kA (valor considerado)

### 3.7.2 CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Según ITC-RAT 13, en su capítulo 1.1, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

- Tensión de paso:  $U_p = 10 \cdot U_{ca} \left( 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 35.201,19 V$
- Tensión de contacto:  $U_c = U_{ca} \left( 1 + \frac{R_{a1} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right) = 1.033,03 V$

Debido a que se utilizará una capa adicional de material de elevada resistividad (gravilla), se debe multiplicar el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional por un coeficiente  $C_s$ :

$$C_s = 1 - 0,106 \left( \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s^*}}{2 \cdot h_s + 0,106} \right) = 0,68$$

Donde:

- $R_{a1}$ : resistencia equivalente de calzado con suela aislante (Ω) = 2.000 Ω
- $\rho$ : resistividad del terreno (Ω·m) = 200 Ω·m
- $\rho_s^*$ : resistividad de la capa superficial (gravilla) (Ω·m) = 3.000 Ω·m
- $h_s$ : espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m

Por lo tanto,

$$\rho_s : \text{resistividad superficial aparente } (\Omega \cdot m) = 2.043 \Omega \cdot m$$

Por otro lado, según IEEE-80-2000 dichos valores son (para una persona de 70 kg):

- Tensión de paso:  $E_{step} = (1000 + 6 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$
- Tensión de contacto:  $E_{touch} = (1000 + 1,5 \cdot C_s \cdot \rho_s) \frac{0,157}{\sqrt{t_s}}$

Siendo  $C_s$  el factor de reducción siguiente:

$$C_s = 1 - \left( \frac{0,09 \cdot \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2 \cdot h_s + 0,09} \right)$$

Donde:

- $\rho$ : resistividad del terreno (Ω·m) = 200 Ω·m
- $\rho_s$ : resistividad de la gravilla (Ω·m) = 3.000 Ω·m

$h_s$ : espesor capa de gravilla (m) = 0,1 m

Con lo que  $C_s = 0,70$  y las tensiones de paso y contacto:

$$- E_{step} = 3.076,72 \text{ V} \quad E_{touch} = 935,70 \text{ V}$$

### 3.7.3 RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Para calcular la resistencia de la red de tierra se utiliza la siguiente expresión:

$$R_S = \rho \left( \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right) = 2,36 \Omega$$

Donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ) = 200  $\Omega \cdot m$

L: Longitud total de conductor enterrado (m) = 774 m

h: Profundidad de enterramiento del conductor (m) = 0,6 m

A: Superficie ocupada por la malla ( $m^2$ ) = 1.840  $m^2$

### 3.7.4 INTENSIDAD DE DEFECTO A TIERRA

El valor estimado para cálculo de la intensidad de defecto a tierra para la subestación es de 7kA. Se establece como el máximo valor estimado para este tipo de instalación en el nivel de 132 kV.

De acuerdo con la IEEE-80-2013 se puede aplicar un factor de reducción  $S_f$  en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la subestación.

Para determinar esta reducción se utilizan los gráficos siguientes (IEEE Std 80-2013 Anexo C).

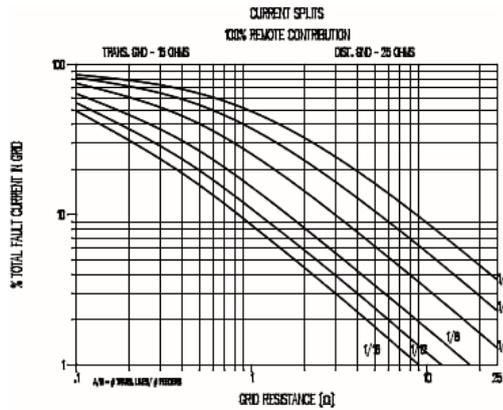
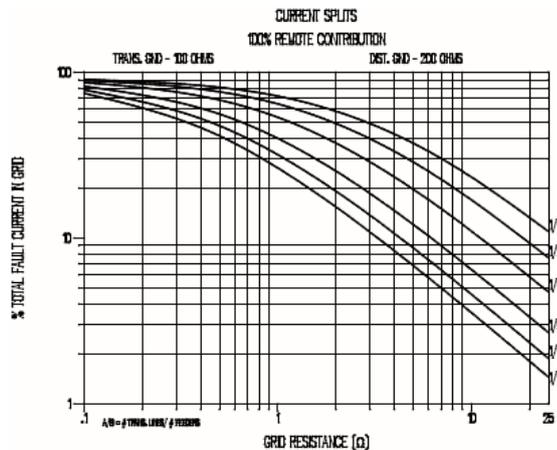


Figure C.1 — Curves to approximate split factor  $S_f$



Dado que en la subestación hay 1 línea y 1 transformador, se adopta un 100% de contribución remota.

Para determinar esta reducción se utiliza el gráfico anterior, partiendo de la resistencia de puesta a tierra ( $R_g$ ) y el número de líneas de transmisión y de distribución.

Como la resistencia de puesta a tierra es de  $2,36 \Omega$ , el factor que resulta es del 31,94%, si consideramos una resistencia a tierra de la línea de  $200 \Omega$  (valor más desfavorable).

Por lo tanto la Intensidad total disipada a tierra por la malla será:

$$I_g = 7 \cdot 31,94\% = 2,23 \text{ kA}$$

### 3.7.5 EVALUACIÓN DE TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno ( $\rho$ ) .....	200 $\Omega \cdot m$
Espaciado medio entre conductores (D) .....	5,30 m
Profundidad del conductor enterrado (h).....	0,6 m
Diámetro del conductor ( $120 \text{ mm}^2$ ) (d) .....	0,014 m
Longitud del conductor enterrado (L) .....	744 m



Intensidad de defecto ( $I_g$ )..... 2,23 kA

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,26$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n = 1,98$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 0,53$$

$$n = n_a \cdot n_b \cdot n_c \cdot n_d = 9,01$$

$$n_a = \frac{2 \cdot L_c}{L_p} = 9$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1$$

$$n_c = \left[ \frac{L_x \cdot L_y}{A} \right]^{0,7 \cdot A} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} = 1$$

$L_c$  = longitud del conductor de la malla = 774 m

$L_p$  = longitud del perímetro de la malla = 172 m

$L_x$  = longitud máxima de la malla en la dirección x = 46 m

$L_y$  = longitud máxima de la malla en la dirección y = 40 m

$D_m$  = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 60,96 m

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16h \cdot d} + \frac{(D + 2h)^2}{8D + d} - \frac{h}{4d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left( \frac{8}{\pi(2n - 1)} \right) \right] = 0,55$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right] = 0,41$$

De acuerdo con la IEEE-80-2013, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto es:

$$E_{contacto} = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 902,41 V$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$E_{paso} = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L} = 592,71 V$$

Los valores obtenidos son menores que los valores límite tanto de la IEEE-80-2013 como de la MIE-RAT13.

(\*) NOTA ACLARATORIA: Los valores iniciales de resistividad eléctrica del terreno (200  $\Omega \cdot m$ ) son los establecido en el apartado 2 de la ITC-RAT 13. Será necesario realizar en el estudio geotécnico del terreno un análisis de tomografías en el cual se indique el valor de dicha resistividad. De igual forma, una vez la instalación esté finalizada deberá de realizarse toma de datos de los valores de tensiones de paso y contacto efectivos, para asegurarse de que no hay peligro en ningún punto de la instalación.

### 3.7.6 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

Para determinar la sección mínima del conductor se utiliza la expresión que indica el estándar IEEE 80, para conductores de cobre:

$$A = I \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \cdot 10^{-4}}{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r}\right) \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}} = 37,65 \text{ mm}^2$$

Donde:

I: intensidad de falta a tierra=7 kA

$t_c$ : Tiempo máximo de falta= 0,5 s

$T_m$ : Temperatura máxima que pueden alcanzar el conductor y las uniones= 300 °C

$T_a$ : Temperatura del terreno= 25 °C

TCAP: Capacidad Térmica del conductor= 3,42 J/cm<sup>3</sup>·°C (Ver tabla 1 de IEEE-80-2013)

$\alpha_r$ : coeficiente térmico de resistividad a 20 °C, 0,00381 1/°C (Ver tabla 1 de IEEE-80-2013)

$\rho_r$ : resistencia del conductor a 20 °C; 1,78  $\mu\Omega\cdot\text{cm}$  (Ver tabla 1 de IEEE-80-2013)

$K_0$ : inversa del coef. Térmico de resistividad a 0 °C. 242 (Ver tabla 1 de IEEE-80-2013)

A: Sección mínima del conductor (mm<sup>2</sup>)

La sección mínima necesaria es menor que los 120 mm<sup>2</sup> del cable de Cu que se va a utilizar, por lo que no habría problemas. Por otro lado, la densidad de corriente máxima que puede soportar el cable de Cu es de 192 A/mm<sup>2</sup>. Entonces para el cable de 120 mm<sup>2</sup> la máxima intensidad que puede circular es de:

$$I_{max} = 1 \cdot 192 \cdot 120 = 23,04 \text{ kA}$$

Este valor es mucho mayor que la corriente de falta a tierra considerado para el cálculo, que era de 7 kA.

## 3.8 RED DE TIERRAS SUPERIORES

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a la correspondiente a las partes bajo tensión.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado ( $r$ ) y que viene dado por la siguiente expresión:

$$r = 8 \cdot I^{0,65}$$

En donde:

$$I = \frac{1,1 \cdot U \cdot N}{Z}, \text{ siendo:}$$

U= tensión soportada a impulsos tipo rayo = 250 kV

N= número de líneas conectadas a la subestación= 1

Z= Impedancia característica de las líneas = 400Ω (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 0,687 \text{ kA}$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 6,27 \text{ m}$$

El radio crítico de 6,27 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.



## Anexo 2. Cálculos Eléctricos LAAT 132 kV



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## INDICE

1	CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA.....	3
2	CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO.....	6
3	CAÍDA DE TENSION .....	6
4	PÉRDIDA DE POTENCIA.....	6
5	EFEECTO CORONA.....	7
6	AISLAMIENTO.....	8
7	CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO Y ELÉCTRICO .....	10
8	COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL CABLE.....	12

## 1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA

Partiendo de la base que la línea en proyecto se construirá con conductor LA-380, se trata de justificar que la elección de dichos conductores, supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión y capacidad de transporte. Los cálculos se realizan para 85 MVA.

### DATOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN

Los conductores elegidos son de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, y tienen las siguientes características:

### CONDUCTOR LA-380 EN EL CIRCUITO DE 132 kV

Denominación:.....	LA-380 (337-AL1/44-ST1A)
Sección total (mm <sup>2</sup> ): .....	381,5
Diámetro total (mm):.....	25,4
Número de hilos de aluminio:.....	54
Número de hilos de acero:.....	7
Carga de rotura (kg): .....	11135
Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):.....	0,0857
Peso (kg/m): .....	1,276
Coefficiente de dilatación (°C):.....	1,93E-5
Módulo de elasticidad (kg/mm <sup>2</sup> ):.....	7000
Densidad de corriente (A/mm <sup>2</sup> ):.....	1,88

### Resistencia eléctrica de la línea:

La resistencia de la línea será:

$$R_L = \frac{L \cdot R}{n}$$

Donde:

L= Longitud de la línea, en km.

R= Resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura, en Ω/km.

R<sub>L</sub>= Resistencia total de la línea, en Ω.

n= Número de conductores por fase.

El punto 2 de la norma IEC 60287-1-1 facilita la fórmula que permite calcular la resistencia por unidad de longitud del conductor en corriente alterna (R) a la temperatura máxima de servicio (Ω/m) a partir del valor conocido de la resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura máxima de servicio considerada (R').

$$R = R'(1 + Y_s + Y_p)$$



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Donde:  $Y_s$  es el factor que da el incremento de resistencia debido al efecto pelicular o “skin” e  $Y_p$  es el factor debido al efecto proximidad.

Sus valores se pueden obtener a partir de las expresiones siguientes:

Para el efecto pelicular:

$$Y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 x_s^4}$$

Donde:

$$x_s^2 = \frac{8\pi f}{R'} \cdot 10^{-7} k_s$$

$f$  es la frecuencia de la corriente de alimentación en Hz.

Los valores de  $K_s$  se dan en la tabla 1 (corresponde a la tabla 2 de IEC 60287-1-1)

Tomamos  $K_s=1 \rightarrow R_{ac}=0.089$

El valor de la resistencia por unidad de longitud en corriente continua a temperatura  $\theta$  viene dado por la ecuación:

$$R'\theta = R'20 \cdot [1 + \alpha_{20}(\theta - 20)]$$

$R'\theta$ =Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura  $\theta^\circ\text{C}$  [ $\Omega/\text{km}$ ]

$R'20$ =Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura  $20^\circ\text{C}$  [ $\Omega/\text{km}$ ]

$\alpha_{20}$ =Coeficiente de variación a  $20^\circ\text{C}$  de la resistividad en función de la temperatura [ $^\circ\text{C}$ ]

En este caso se ha tomado  $\alpha$  como  $4 \cdot 10^{-3}(1/\text{K})$  al ser un conductor formado por aluminio-acero.

$\theta$ = Temperatura de servicio [ $48.7^\circ\text{C}$ ]

Como se muestra en el apartado 8, el cable alcanza unos  $48.7^\circ\text{C}$  para la intensidad que transporta y por tanto la resistencia es de:

$$R'\theta=0.099 \Omega/\text{km}$$

**Circuito 132 kV:**  $R_L = 1,82\Omega$

#### Reactancia del conductor:

La reactancia kilométrica de la línea se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$X = 2\pi f \left( \frac{\mu}{2n} + 4,605 \cdot \log \left( \frac{D}{r} \right) \right) \cdot 10^{-4}$$

Donde:

$X$ = Reactancia aparente, en  $\Omega/\text{km}$ .



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



$f$  = Frecuencia de la red, en Hz (50 Hz).

$r$  = Radio equivalente del conductor, en mm.

$D$  = Separación media geométrica entre conductores, en mm.

$\mu$  = Permeabilidad magnética del conductor. Para conductores de cobre, acero-aluminio y aluminio tiene un valor de 1.

$n$  = Número de conductores por fase.

La separación media geométrica ( $D$ ) la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}}$$

**Circuito 132 kV:**  $X = 0,409 \Omega/\text{km} \rightarrow 7.78 \Omega$

#### Capacidad media de la línea:

Viene dado por la expresión:

$$C = 0,0242/\log(D/r)$$

-  $r$  = Radio equivalente del conductor en milímetros.

-  $D$  = Separación media geométrica entre conductores en milímetros.

**$C = 0,0089 (\mu\text{F}/\text{Km})$**

La Susceptancia es igual a

$$\beta k = C \cdot 2 \cdot \pi \cdot f = 2.79 \mu\text{S}/\text{Km} \rightarrow 53,11 \mu\text{S}$$

#### Densidad máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 del de la ITC07 del R.L.A.T.

Para un conductor de Acero-Aluminio, LA-380 (337-AL1/44-ST1A), de 381,5 mm<sup>2</sup> de sección y configuración 54+7 la densidad de corriente máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.adm.}} = 1,8782 \text{ A}/\text{mm}^2$$

#### Intensidad máxima admisible:

La corriente máxima que puede circular por el conductor LA-380 (337-AL1/44-ST1A) elegido, teniendo en cuenta que tiene una sección de 381,5 mm<sup>2</sup>, es de:

$$I_{\text{máx}} = k \cdot D_{\text{máx.adm.}} \cdot S \cdot n$$

Siendo:

$k$  = Coeficiente de reducción, toma el valor de 0,95 para la composición 54+7.

$I_{\text{máx}}$  = Intensidad de corriente máxima, en A.

$S$  = Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>.



$D_{\text{máx.adm.}}$  = Densidad de corriente máxima soportada por el cable, en A/mm<sup>2</sup>.

n = Número de conductores por fase.

**Circuito 132 kV**  $I_{\text{máx}} = 680,70 \text{ A}$  → por lo tanto es válido ya que la  $I_n = 391 \text{ A}$

## 2 CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO

La capacidad de transporte del cable LA-380 en el circuito de 132 kV atendiendo a su intensidad será:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_{\text{máx}} \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

P = Potencia, en kW.

V = Tensión, en kV.

$I_{\text{máx}}$  = Intensidad de corriente máxima, en A.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia (0,95).

**Circuito 132 kV**  $P_{\text{máx}} = 147,84 \text{ MW}$

## 3 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída tensión viene dada por la fórmula:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Siendo:

e = Caída de tensión, en V.

I = Intensidad de corriente, en A.

L = Longitud de la línea, en km.

$\cos \varphi$  = Factor de potencia (0,95).

Por lo tanto tenemos una caída de tensión para el cable LA-380 en la línea de 132 kV de:

$$e_{\text{real}} = \sqrt{3} \cdot 391 \text{ A} \cdot 0,15 \text{ km} \cdot \left( 0,10 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,95 + 0,4091 \frac{\Omega}{\text{km}} \cdot 0,31 \right) = 22,5 \text{ V}$$

En tanto por ciento, la caída de tensión en la línea será de 0,017%, que es menor que el 5% recomendable.

## 4 PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, que se produce en la línea de 132 kV viene dada por la expresión:

$$P = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot L$$

**Simple circuito 132 kV: 85 MVA**

$$P_{real} = 3 \cdot 0,10 \frac{\Omega}{km} \cdot 322^2 A^2 \cdot 0,15 km = 6,87 kW$$

Lo que supone un 0.008% de la potencia transportada.

## 5 EFECTO CORONA

Cuando la intensidad de campo eléctrico supera la rigidez eléctrica del aire, se produce la ionización del mismo y la aparición de ciertos fenómenos que se recogen bajo el nombre de efecto corona.

Los factores que repercuten en el efecto corona son principalmente:

- Condiciones atmosféricas. El tiempo lluvioso facilita la aparición.
- Estado de la superficie del conductor. Una superficie rugosa, rozada, etc., del conductor trae consigo mayores pérdidas por efecto corona.

El valor de la tensión simple o de fase para la cual comienzan las pérdidas a través del aire, se llama "Tensión crítica disruptiva", y su valor viene dado por la expresión:

$$U_c = \frac{29,8}{\sqrt{2}} \cdot m_c \cdot \delta \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{D}{r_{eq}}$$

Donde las consideraciones que se han tenido en cuenta son las siguientes:

$m_c$  = Coeficiente de rugosidad de la superficie del conductor (0,85 para cables)

$\theta$  = Temperatura máxima del tendido

$h$  = Cota máxima del terreno, en m.

$r$  = Radio del conductor, en mm.

$r_{eq}$  = Radio equivalente del conductor, en mm.

$m_t$  = Coeficiente del estado del tiempo (0,8 para tiempo húmedo)

$D$  = Separación media geométrica entre conductores, en mm.

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{13}} =$$

$\delta$  = factor de corrección de la densidad del aire:

$$\delta = 3,92 \cdot \frac{H}{273 + \theta}$$

donde  $H$  es la presión atmosférica en cm de mercurio y  $\theta$  es la temperatura del aire en grados Celsius.  $H$  a su vez es función de la altitud sobre el nivel del mar, se calcula con la fórmula de Halley:

$$\ln H = \ln 76 - \frac{2,3 \cdot \text{Altitud}}{18.336}$$

Al ser la tensión disruptiva crítica obtenido tanto en tiempo húmedo (181,36 kV) como en tiempo seco (226,65 kV) superior a la máxima de la línea (145 kV) no se producirán pérdidas por efecto corona.

## 6 AISLAMIENTO

Las cadenas que componen cada apoyo, y que sostienen al conductor están formadas por diferentes componentes, como son los aisladores y herrajes. Veamos las características de todos los elementos que las componen, y una descripción de las cadenas según los diferentes apoyos:

### Cadena de suspensión (“simples”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

Las cadenas de aislamiento en suspensión estarán formadas por 10 aisladores de vidrio para 132 kV. El aislador elegido, y sus características, es:

Clase: .....	U160BL
Material:.....	Vidrio
Paso (mm):.....	146
Diámetro (mm):.....	255
Línea de fuga (mm): .....	315
Peso (kg):.....	4,0
Carga de rotura (kg): .....	12000
Nº de elementos por cadena:.....	10
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): .....	345
Tensión soportada al impulso de un rayo (kV):.....	760

El nivel de aislamiento para la cadena de aisladores será:

$$(3.800 / 145) = 21,21 \text{ mm/kV}$$

Valor aceptable para la zona por la que atraviesa la línea para la que se recomienda un nivel de aislamiento de 20 mm/kV como mínimo.

Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ..... 2,04

### Cadena de amarre (“simples”)

Se utilizarán aisladores que superen las tensiones reglamentarias de ensayo tanto a onda de choque tipo rayo como a frecuencia industrial, fijadas en el artículo 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T. La configuración elegida es de cadenas simples.

El aislador elegido, y sus características, es:

Clase: .....	U160BL
Material:.....	Vidrio
Paso (mm):.....	146
Diámetro (mm):.....	255
Línea de fuga (mm): .....	380
Peso (Kg):.....	4,0
Carga de rotura (Kg):.....	12000
Nº de elementos por cadena:.....	10



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Tensión soportada a frecuencia industrial (kV): ..... 345

Tensión soportada al impulso de un rayo (kV): ..... 760

El nivel de aislamiento para la cadena de aisladores será:

$$(3.800 / 145) = 21,21 \text{ mm/kV}$$

Valor aceptable para la zona por la que atraviesa la línea para la que se recomienda un nivel de aislamiento de 20 mm/kV como mínimo.

Longitud total de la cadena (aisladores + herrajes) (m): ..... 2,04

Altura del puente en apoyos de amarre (m): ..... 2,04

Ángulo de oscilación del puente (°): ..... 30

Según el artículo 4.4 del RLAT-08, para un nivel de tensión  $U_m=145 \text{ kV}$ , la tensión máxima a frecuencia industrial es de 275 kV, menor que la máxima para una cadena de 10 aisladores U120BS de 345 kV; y la tensión a impulso de tipo rayo es de 750 kV, menor que la máxima para una cadena de 10 aisladores U120BS de 760 kV. A continuación se muestra una tabla con los valores expuestos en el reglamento.

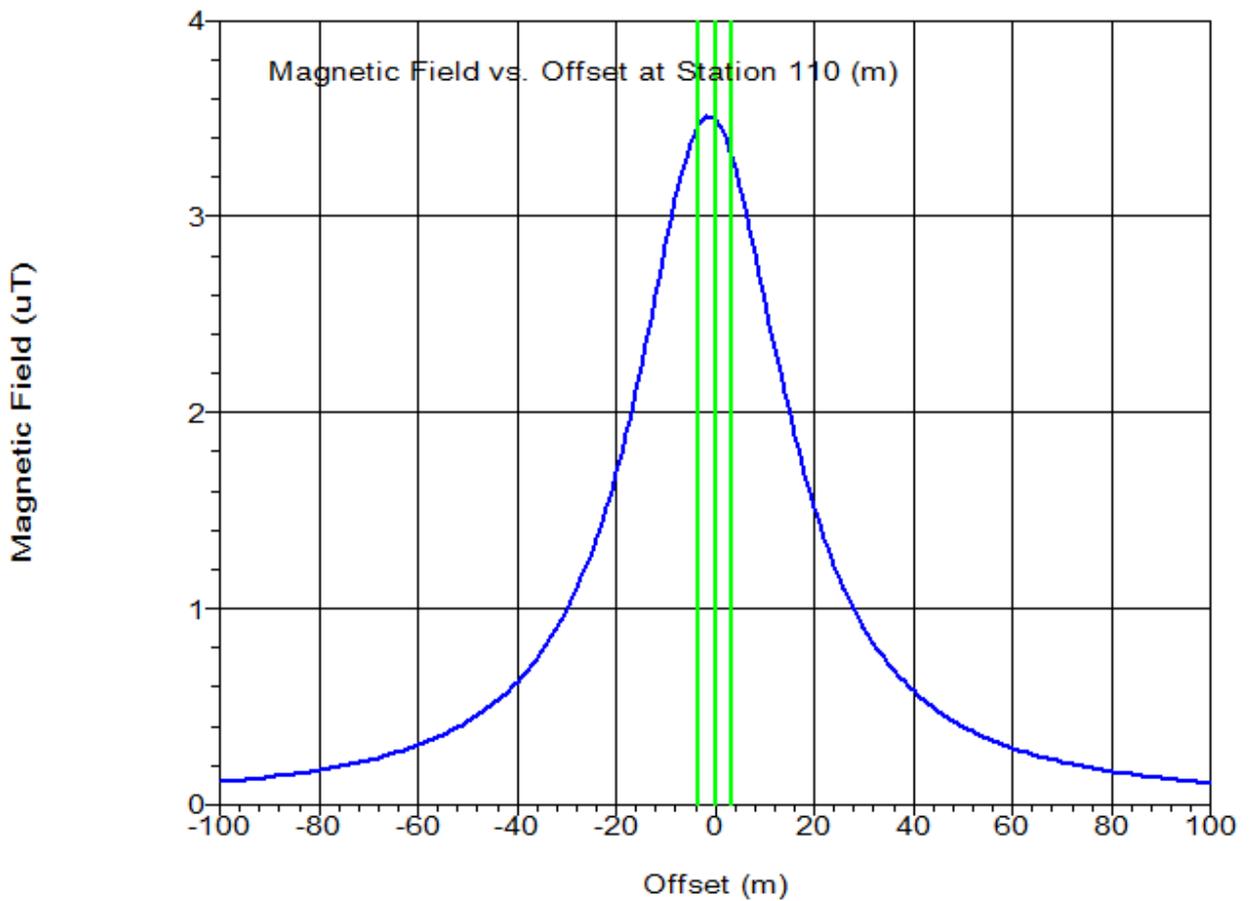
**Tabla 12. Niveles de aislamiento normalizados para la gama I  
 ( $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ )**

Tensión más elevada para el material $U_m$ kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV (valor de cresta)
3,6		20
		40
7,2		40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5	38	75
		95
24	50	95
		125
36	70	145
		170
52	95	250
		325
72,5	140	450
		550
123	(185)	(450)
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170	(230)	(550)
	275	650
	325	750
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1 050

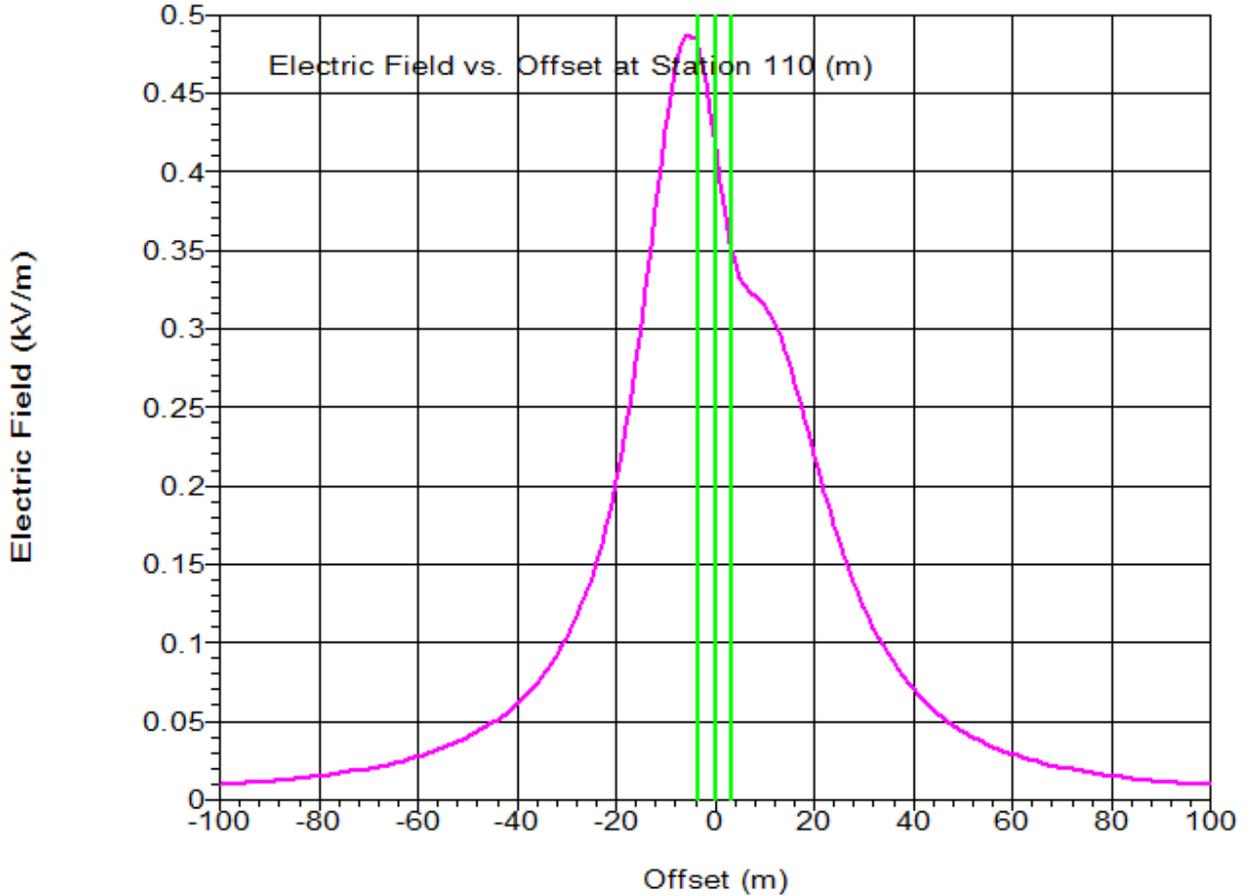
## 7 CÁLCULO DE CAMPO MAGNÉTICO Y ELÉCTRICO

En el siguiente apartado se va a calcular el campo magnético y eléctrico a lo largo de la línea. Para ello consideraremos el cable LA-380, con tensión de 132 kV,  $I = 644$  A, y una distancia de semicrucetas "a" y "c" de 6 m de longitud y una altura útil del apoyo de  $H_u = 25$  m.

En el siguiente gráfico se muestra la curva de campo magnético en la sección transversal de la línea en un intervalo de anchura de 100 m. Las líneas verdes indican las distancias de la semicruceta, es decir, la posición de los cables.



En el siguiente gráfico se muestra la curva de campo magnético en la sección transversal de la línea en un intervalo de anchura de 100 m. Las líneas verdes indican las distancias de la semicruceta, es decir, la posición de los cables.



## 8 COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL CABLE

La capacidad de transporte del cable LA-380 en el circuito de 132kV atendiendo a su intensidad será:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} * V * \cos\varphi * I_{\text{máx}}$$

Siendo:

- P = Potencia en kW. →85000 kW

- V = tensión en kV.

-  $\cos\varphi$  = Factor de potencia.

I<sub>real</sub>→391 A

En la siguiente gráfica se muestra la intensidad en función de la temperatura del cable para una temperatura ambiente de 40 °C. Así según IEEE 738-2012 tenemos los siguientes datos.

La temperatura máxima del cable para la evacuación de los parques es de 48.7°C

IEEE Standard 738-2012 method of calculation

Air temperature is 40.00 (deg C)  
 Wind speed is 0.61 (m/s)  
 Angle between wind and conductor is 90 (deg)  
 Conductor elevation above sea level is 0 (m)  
 Conductor bearing is 90 (deg) (user specified bearing, may not be value producing maximum solar heating)  
 Sun time is 11 hours (solar altitude is 75 deg. and solar azimuth is 112 deg.)  
 Conductor latitude is 30.0 (deg)  
 Atmosphere is Clear  
 Day of year is 172 (corresponds to junio 21 in year 2021) (day of the year with most solar heating)

Conductor description: 337.8 mm<sup>2</sup> 54/7 Gull/Al/SiA/ESX 338-Al/SiA-54/7 (666.5 KCML) - General Cable [Chart A7/C54/0.8855] Conductor Type 13  
 Conductor diameter is 2.540 (cm)

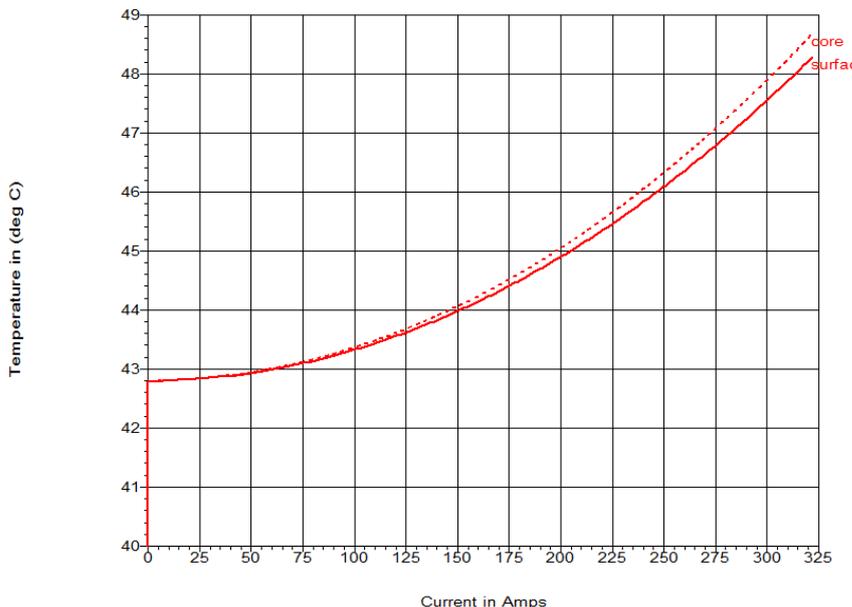
CORE STRANDS:

Diameter is 0.000 (mm)  
 Radial Thermal Conductivity is 2.00 (W/m-K)  
 Conductor AC resistance is 0.0885 (Ohm/km) at 25.0 (deg C)  
 and 0.1057 (Ohm/km) at 75.0 (deg C)

Conductor resistance is computed using average of core and surface temperatures.  
 Emissivity is 0.9 and solar absorptivity is 0.2

Solar heat input is 5.071 (Watt/m) (corresponds to Global Solar Radiation of 998.137 (Watt/m<sup>2</sup>) - which was calculated)  
 Radiation cooling is 4.305 (Watt/m)  
 Convective cooling is 10.773 (Watt/m)

Given a constant ac current of 322.0 amperes,  
 The conductor surface temperature is 48.3 (deg C)  
 The conductor core temperature is 48.7 (deg C) (based on radial thermal conductivity of 2.00 (W/m-K))





## Anexo 3. Cálculos Mecánicos LAAT 132 kV



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## INDICE

1	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES.....	3
2	CLASIFICACION DE LA LINEA.....	4
3	ACCIONES A CONSIDERAR.....	4
4	HIPÓTESIS DE CÁLCULO.....	4
5	TABLA DE VANOS.....	6
6	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	6
6.1	DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.....	6
6.2	SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES.....	6
6.3	DISTANCIAS A MASA.....	7
7	CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS.....	10
7.1	ACCIONES A CONSIDERAR.....	10
8	RESUMEN DE CÁLCULOS.....	16



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES.

### Datos de cálculo conductor **LA-380**

El conductor elegido para la línea es de tipo Aluminio-Acero, según la norma UNE-50182, tiene las siguientes características:

*Denominación:*..... LA-380 (337-AL1/44-ST1A)  
*Sección total (mm<sup>2</sup>):* ..... 381,5  
*Diámetro total (mm):* ..... 25,4  
*Número de hilos de aluminio:* ..... 54  
*Número de hilos de acero:* ..... 7  
*Carga de rotura (kg):* ..... 11135  
*Resistencia eléctrica a 20 °C (Ohm/km):* ..... 0,0857  
*Peso (kg/m):* ..... 1,276  
*Coefficiente de dilatación (°C):* ..... 1,93E-5  
*Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>):* ..... 7000  
*EDS (En zona A):* 18%

El conductor de tierra a utilizar en la construcción de la línea será del tipo compuesto OPGW, de las siguientes características:

*Denominación:*..... OPGW-48  
*Diámetro (mm):* ..... 17  
*Peso (kg/m):* ..... 0,624  
*Sección (mm<sup>2</sup>):* ..... 180  
*Coefficiente de dilatación (°C):* ..... 1,5E-5  
*Módulo de elasticidad (kg/mm<sup>2</sup>):* ..... 12000  
*Carga de rotura (kg):* ..... 8000  
*Intensidad de cortocircuito (kA):* ..... a definir en el estudio de cortocircuito  
*Tipo de fibra:* ..... G-652  
*EDS (En zona A):* 15%



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 2 CLASIFICACION DE LA LINEA

Según el Vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión, la línea en proyecto se clasifica:

Por su altitud:.....A

Por su nivel de tensión: 132 kV:..... Primera categoría

## 3 ACCIONES A CONSIDERAR

Las acciones a considerar en el cálculo mecánico de conductores son las definidas a tal efecto en el Vigente Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión y hacen referencia a:

- Cargas permanentes: (peso propio)
- Sobrecargas de viento sobre conductores: viento= 120 km/h

## 4 HIPÓTESIS DE CÁLCULO

### Tensión máxima del tendido (To):

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (To), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda un porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (Every Day Stress).

### Vano de Regulación:

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

$a_r$ : Longitud proyectada del vano de regulación (m).

$b_i$ : Distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i.(m)

$a_i$ : Proyección horizontal de  $b_i$  (m)

### Ecuación de cambio de condiciones:

La “ecuación de cambio de condiciones” nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga (que será el peso total del conductor y cadena + sobrecarga de viento o nieve, si existiesen) y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación tiene la forma:

$$T^2 \cdot (T + A) = B$$

$$A = \alpha \cdot (\theta - \theta_0) \cdot S \cdot E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} \cdot \frac{P_0^2}{T_0^2} \cdot S \cdot E$$

$$B = \frac{a_r^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E$$

ar: Longitud proyectada del vano de regulación (m).

To: Tensión horizontal en las condiciones iniciales (kg).

θo: Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

Po: Sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos (kg/m).

T: Tensión horizontal en las condiciones finales (kg).

θ: Temperatura en las condiciones finales (°C).

P: Sobrecarga en las condiciones finales (kg/m).

S: Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

E: Módulo de elasticidad del conductor (kg/mm<sup>2</sup>).

α: Coeficiente de dilatación lineal del conductor (m/°C).

Como se señaló anteriormente, la sobrecarga en condiciones finales será:

$$P = P_{\text{cond}} + \text{Sobrecarga hielo o viento}$$

### Flecha máxima

Las flechas que se alcanzan en cada vano, se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2}\right)$$

a: Longitud proyectada del vano (m).

h: Desnivel (m).

b: Longitud real del vano (m) →  $b = \sqrt{a^2 + h^2}$

T: Componente horizontal de la tensión (kg).

p: Peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas (kg/m).

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia al terreno mínima de **7 metros**.

## 5 TABLA DE VANOS

LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV TM de Zaragoza (ZARAGOZA)				
ALINEACIÓN	APOYOS		LONGITUD (m)	T.M.
1	SET	AP01	45,09	Zaragoza
2	AP01	AP02	59,94	Zaragoza
3	AP02	SET	48,38	Zaragoza

## 6 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

### 6.1 DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., En todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ (con un mínimo de 6 m.)}$$

Al nivel de tensión de 132 kV le corresponde una  $D_{el}$  de 1,2 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de  $D_{add} + D_{el} = 6,5$  metros, para la línea de 132 kV

$D_{add} + D_{el}$ : Distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos. Por lo tanto la mínima distancia de los conductores al terreno que se ha mantenido es de 7 m.

### 6.2 SEPARACIÓN ENTRE CONDUCTORES

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T., esto es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

D: Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.

K: Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, que se tomará de la tabla 16 del apartado 5.4.1 de la ITC07 del R.L.A.T.

F: Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC07 del R.L.A.T.

L: Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos  $L=0$ .

Dpp: Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. Los valores de Dpp se indican en el apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T., en función de la tensión más elevada de la línea.

### 6.3 DISTANCIAS A MASA

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a Del.

Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso

Del= 1,2 metros línea de 132 kV

### Desviación de la cadena de aisladores

Se calcula el ángulo de desviación de la cadena de aisladores en los apoyos de alineación, con presión de viento mitad de lo establecido con carácter general, según la ecuación:

$$tg\gamma = \frac{K_v * d * \left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + \frac{E_c}{2}}{P\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right) + T_{-t+\frac{v}{2}} * \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2}\right) + \frac{P_c}{2}}$$

$\gamma$ : Ángulo de desviación.

$E_c$ : Esfuerzo del viento sobre la cadena de aisladores (kg).

$P_c$ : Peso de cada cadena (kg).

$a_1$  y  $a_2$ : Longitud proyectada del vano anterior y posterior (m).

$h_1$  y  $h_2$ : Desnivel de vano anterior y posterior (m).

$t+v/2$ : Componente horizontal de la tensión según Zona con sobrecarga 1/2 de viento a 120 km/h.

$d$ : Diámetro del conductor (m).

$P$ : Peso unitario del conductor (kg/m).

$K_v$ : Presión mitad del viento (kg/m<sup>2</sup>).

### Cúpula del cable de tierra

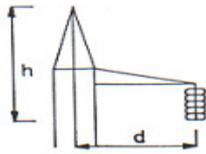
En el cálculo de la cúpula para el cable de tierra se recomienda que el ángulo que forma la vertical que pasa por el punto de fijación del cable de tierra con la línea determinado por este punto y el conductor de fase no exceda de 35°.

Así la altura mínima de la cúpula  $tg35 = \frac{d}{h_{\min}} ; h_{\min} = \frac{d}{tg35} ;$

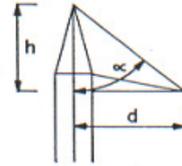
	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  Nº Colegiado: 2001937  JOSE LUIS OVEJUNO  VISTADO Nº 2304-23A  DE FECHAS 25/5/23  INGENIERIA PROYECTOS  <b>AVISADO</b></p>
---	--	--

Estas distancias, para apoyos de amarre y suspensión, son las siguientes:

Apoyos de suspensión:



Apoyos de amarre:



En las siguientes tablas se indican la distancia mínima entre fases según el Reglamento y la distancia real entre fases que se ha considerado



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Registrado.: 0001937  
 INGENIERO: J. BELLEIRO MEDINA  
 Nº.: VD02304-23A  
 FECHA: 25/5/23  
**REVISADO**  
 INGENIERIA Y PROYECTOS

**Distancias:**

FINAL DE LÍNEA						Características del armado (m)				Comprobación dist. entre conductores en el apoyo (m)			Comprobación dist. entre conductores en el vano (m)				Comprobación dist. a masa (m)								
Núm. apoyo	Func. apoyo	Tipo torre	Tipo armado	Altura util conductor replanteo	Altura util conductor definitivo	"b"	"a"	"c"	"h"	Dist. entre fases exigida mínima.	Distancia existente Fase-Fase	Distancia existente Fase-Prot	Dist. entre fases exig. Vano ant.	Dist.exist. fase-prot. Vano ant.	Dist. entre fases exig. Vano post.	Dist.exist. fase-prot. Vano post.	Lpuent	D1	D2sup	D2int	D2inf	D3sup	D3int		
1	FL	CO-27000-12 Bandera	S	9,2	12,2	3,3	3,0	3,0	4,3	1,51	3,3	5,2	---	---	1,51	3,3	2,04	1,92	1,49	1,49	1,32	1,92	1,92		
2	FL	Pórtico-27000-10	S	9,2	10,0	3,5	3,0	---	---	1,51	3,5	3,0	1,51	3,3	---	---	2,04	1,92	1,49	---	---	---	---		

## 7 CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS

### 7.1 ACCIONES A CONSIDERAR

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de Viento, Hipótesis de Hielo, Hipótesis de Hielo + Viento, Hipótesis de Desequilibrio de fases e Hipótesis de Rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra (Zona A)

#### Cargas verticales:

Carga vertical permanente (Pvp):

$$P_{vp} = n \cdot \left[ P_{cond} \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left( \frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \text{ (kg)}$$

Siendo:

a1 y a2: Longitud proyectada del vano anterior y posterior.

Pcond: Peso propio del conductor, en kg/m.

Pcadl: Peso de la cadena, aisladores más herrajes, en kg.

n: Número de conductores.

h1 y h2: Desnivel del vano anterior y posterior (m).

T: Tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada (kg).

Sobrecarga por hielo (Sh):

$$S_h = P_h \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n$$

Ph: Sobrecarga de hielo.

#### Cargas horizontales:

Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left( \frac{a_1 + a_2}{2} \right) \text{ (kg)}$$

q: Presión del viento sobre el conductor (kg/m<sup>2</sup>). Siendo

$$q = 60 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ kg/m}^2 \text{ cuando } d \leq 16 \text{ mm y}$$

$$q = 50 \cdot \left( \frac{V_v}{120} \right)^2 \text{ kg/m}^2 \text{ cuando } d \geq 16 \text{ mm.}$$

d: diámetro del conductor en mm.

Resultante de ángulo ( $R_a$ ):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{mg})$$

Siendo, al igual que antes,  $\alpha$  el ángulo interno que forman los conductores entre sí

Desequilibrio de tracciones (Dt):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Un >66kV, 15%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 8%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre:

Un >66kV, 25%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 15%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Desequilibrio en apoyos de anclaje:

Un >66kV, 50%, aplicados en los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Un ≤66kV, 50%, distribuidos en el eje a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra.

Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

Desequilibrios muy pronunciados:

Deberá analizarse el desequilibrio de tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán estos.

Rotura de conductores ( $R_c$ ):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{\text{máxima}}$$

Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de asilamiento de suspensión:

Rotura de un solo conductor o cable de tierra.

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto):

- El 50% en líneas de 1 o 2 conductores por fase.
- El 75% en líneas de 3 conductores.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



No se considera reducción en líneas de 4 o más conductores por fase.

Rotura de conductores en apoyos de anclaje:

Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión total del haz de fase):

El 100% para líneas con un conductor por fase.

El 50% para líneas con 2 o más conductores por fase.

Rotura de conductores en apoyos de fin de línea.

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

Rotura de conductores en apoyos especiales.

Se considerará el esfuerzo que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo.

Consideraciones especiales:

Los apoyos implicados en cruzamientos con carreteras y líneas de ferrocarril se considerarán de seguridad reforzada, tal y como indica le RLAT-08

Además la línea deberá estar preparada para la instalación de un único circuito

## Cimentaciones

En la fecha de realización de este proyecto, no se tienen datos del estudio geotécnico de la traza de la línea, por lo que antes de empezar la obra, será necesario realizar varias catas para saber las características mecánicas del terreno

## Cimentaciones monobloque

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón se calculan al vuelco según el método suizo de Sulzberger.

El momento de vuelco será:

$$M_v = F \cdot \left(h + \frac{2}{3} \cdot t\right) + F_v \cdot \left(h_t / 2 + 2/3 \cdot t\right)$$

F = Esfuerzo nominal del apoyo en Kg

h = Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.

t = Profundidad de la cimentación en m.

Fv = Esfuerzo del viento sobre la estructura en Kg.

ht = Altura total del apoyo en m.

Por otra parte, el momento resistente al vuelco es:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:  $M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$ ;  $M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0,4 \cdot p \cdot a$

Siendo:

M1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

M2 = Momento debido a las cargas verticales.

K = Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 metros de profundidad (Kg/cm<sup>2</sup> x cm)

a = Anchura de la cimentación en metros.

p = Peso de la torre y herrajes en Kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el apartado 3.6.1 de la ITC07 del R.L.A.T., debe cumplirse que:

$$M_1 + M_2 \geq M_v$$

### Cimentaciones tetrabloque

Las cimentaciones de las torres de patas separadas están constituidas por cuatro bloques de hormigón de sección cuadrada o circular. Cada uno de estos bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno.

Cuando la pata transmita un esfuerzo de tracción (F<sub>t</sub>), se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P<sub>h</sub>) más el del cono de tierras arrancadas (P<sub>c</sub>) con un coeficiente de seguridad de 1,5

$$(P_c + P_h) / F_t \geq 1,5$$

Cuando el esfuerzo sea de compresión (F<sub>c</sub>), la presión ejercida por éste más el peso del bloque de hormigón sobre el fondo de la cimentación (de área A) deberá ser menor que la presión máxima admisible del terreno (σ):

$$(F_c + P_h) / A \leq \sigma$$

Las dimensiones de las cimentaciones a realizar en cada uno de los apoyos, incluidos los volúmenes de excavación y hormigonado, se especifican en la memoria

### Aisladores

Según establece la ITC07 del R.L.A.T., apartado 3.4, el coeficiente de seguridad mecánico de los aisladores no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

$$C.S = \text{Carga rotura aislador} / T_{\text{máx}} \geq 3$$

También se tendrá que comprobar que la cadena de aisladores seleccionada cumple los niveles de aislamiento para tensiones soportadas (tablas 12 y 13 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.) en función de las Gamas I (corta duración a frecuencia industrial y a la tensión soportada a impulso tipo rayo) y II (impulso tipo maniobra y la tensión soportada a impulso tipo rayo).

Según el tipo de ambiente donde se encuentre el conductor (tabla 14 del apartado 4.4 de la ITC07 del R.L.A.T.), el R.D. 223/2008 recomienda que longitud de la línea de fuga entre fase y tierra de los aisladores a utilizar. Para obtener la línea de fuga mínima recomendada se multiplica el número indicado por el reglamento (tabla 14) según el tipo de ambiente por la tensión nominal de la línea.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## Herrajes

Según establece el apartado 3.3 del de la ITC07 del R.L.A.T., los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra, o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobare sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

## Resumen de hipótesis

### Zona A

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica.	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	CARGAS PERMANENTES		
	T	VIENTO SÓLO ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	ALINEACIÓN: No aplica. *ÁNGULO: RESULTANTE DE ÁNGULO	
	L	No aplica	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	ROTURA DE CONDUCTORES
Fin de línea.	V	CARGAS PERMANENTES	No aplica	CARGAS PERMANENTES
	T	VIENTO		No aplica
	L	DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES		ROTURA DE CONDUCTORES

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 km/h y a una temperatura de -5 °C.  
140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.

V = Esfuerzo vertical

L = Esfuerzo longitudinal

T = Esfuerzo transversal

\*APLICA RESULTANTE DE ÁNGULO EN 3ª Y 4ª HIPÓTESIS

## 8 RESUMEN DE CÁLCULOS

### Tablas de Tensiones y flechas

#### Cable Conductor

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5 °C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
01--02	A	60	-9,36	60	3189	0,18	2942	0,2	2699	0,21	2459	0,23	2225	0,26	1999	0,29	1783	0,32	1581	0,37	1397	0,41	1233	0,47	1093	0,53	975	0,59

#### Cable Protección y comunicación

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	-5 °C		0°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C	
					T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
01--02	A	60	-9,36	60	1799	0,16	1645	0,17	1493	0,19	1344	0,21	1200	0,24	1062	0,27	933	0,3	816	0,35	713	0,4	625	0,45	553	0,51	494	0,57

### TENSIONES MECÁNICAS CONDUCTOR

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A		Zona A		Tensión (50°C)		Tensión (15°C+Viento)		Flecha Min. (m)	Flecha Max. (m)
						EDS 15°C (%)	CHS (%)	Tensión	Tensión	Tensión	Flecha	Tensión	Flecha		
								(-5°C +1/2V) (Kg)	(-5°C +Vien.) (Kg)	(kg)	(m)	(kg)	(m)		
1-2	A	60	-9,36	60	3250	19,99	28,64	3205	3250	975	0,59	2336	0,35	0,18	0,59

### TENSIONES MECÁNICAS PROTECCIÓN Y COMUNICACIONES

Vano	Zona	Longitud Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Regulación (m)	Tensión máxima (Kg.)	Zona A		Zona A		Tensión (50°C)		Tensión (15°C+Viento)		Flecha Min. (m)	Flecha Max. (m)
						EDS 15°C (%)	CHS (%)	Tensión	Tensión	Tensión	Flecha	Tensión	Flecha		
								(-5°C +1/2V) (Kg)	(-5°C +Vien.) (Kg)	(kg)	(m)	(kg)	(m)		
1-2	A	60	-9,36	60	1866	15	22,49	1817	1866	494	0,57	1323	0,37	0,16	0,57

### Cálculo apoyos

Los esfuerzos máximos y los esfuerzos que tienen que cumplir cada tipo de apoyo son los siguientes:

### HIPOTESIS 1. VIENTO

APOYO			ESFUERZO HORIZONTAL								
			ESFUERZO VERTICAL (Kg)			FASE (kg)		PROTECCION (kg)		TOTAL (kg)	
			V <sub>fase</sub>	V <sub>protecc</sub>	V <sub>total</sub>	T	L	T	L	T	L
1	FL	CO-27000	382	153	1298	80	3250	26	1866	266	11616
2	FL	Pórtico	-179	-115	-651	80	3250	26	1866	266	11616

### HIPOTESIS 4. ROTURA DE FASE

APOYO			ESFUERZO HORIZONTAL										
			ESFUERZO VERTICAL (Kg)			FASE CON ROTURA(kg)		FASE SIN ROTURA(kg)		PROTECCION (kg)		TOTAL (kg)	
			V <sub>fase</sub>	V <sub>protecc</sub>	V <sub>total</sub>	T	L	T	L	T	L	T	L
1	FL	CO-27000	382	153	1298	0	0	0	3250	0	1866	0	8366
2	FL	Pórtico	-179	-115	-651	0	0	0	3250	0	1866	0	8366



## Anexo 4. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## ÍNDICE

1	IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002).....	3
2	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD .....	5
3	PREVENCIÓN DE RESIDUOS .....	6
4	SEPARACIÓN DE RESIDUOS .....	6
5	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	7
6	REUTILIZACIÓN.....	7
7	VALORIZACIÓN .....	8
8	ELIMINACIÓN.....	8
9	DESTINO RCD'S .....	8
10	VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS .....	9



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 1 IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (SEGÚN ORDEN MAM/304/2002)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
	<b>1.- Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicas</b>
X 17 01 01	Hormigón
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas que contienen sustancias peligrosas
	<b>2.- Madera, vidrio y plástico</b>
17 02 01	Madera
X 17 02 02	Vidrio
X 17 02 03	Plástico
17 02 04	Madera, vidrio o plástico que contienen sustancias peligrosas
	<b>3.- Productos derivados del alquitrán</b>
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	<b>4.- Metales</b>
17 04 01	Cobre, bronce y latón
17 04 02	Aluminio
17 04 03	Plomo
17 04 04	Zinc
X 17 04 05	Hierro y acero
17 04 06	Estaño
17 04 07	Metales mezclados
17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y sustancias peligrosas
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	<b>5.- Tierra, piedras y lodos de drenaje</b>
17 05 03*	Tierra y piedras que contiene sustancias peligrosas
X 17 05 04	Tierra y piedras distintos de los especificados en el código 17 05 03
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
	<b>6.- Materiales de aislamiento y amianto</b>
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que contiene sustancias peligrosas
X 17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados
	<b>7.- Materiales de yeso</b>
17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso con sustancias peligrosas
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los anteriores
	<b>8.- Otros Residuos de construcción</b>
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB
17 09 03*	Otros residuos de construcción que contienen sustancias peligrosas



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
17 09 04	Residuos de construcción distintos de los especificados
	<b>9.- Residuos municipales</b>
20 01 13*	Disolventes
20 01 21*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
20 01 27*	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas que contienen sustancias peligrosas
X 20 01 28	Pinturas, tintas, adhesivos y resinas distintas de las indicadas
X 20 02 01	Residuos biodegradables
20 02 03	Otros residuos NO biodegradables
	<b>10.- Residuos de envase</b>
X 15 01 01	Envases de papel y cartón
X 15 01 02	Envases de plástico
15 01 03	Envases de madera
15 01 04	Envases metálicos
15 01 07	Envases de vidrio
15 01 10*	Envases que contiene sustancias peligrosas
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración contaminados por sustancias peligrosas
X 15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración distintos de los indicados
	<b>11.- Residuos de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos)</b>
08 01 11*	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos peligrosas
08 01 12	Residuos de pintura y barniz distintos de los especificados en el código 08 01 11
08 04 09*	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen sustancias peligrosas
08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de especificados en código 08 04 09
	<b>12.- Residuos de aceites y de combustibles líquidos</b>
13 01 09*	Aceites hidráulicos minerales clorados
13 01 10*	Aceites hidráulicos minerales no clorados
13 01 11*	Aceites hidráulicos sintéticos
13 01 12*	Aceites hidráulicos fácilmente biodegradables,
13 02 04*	Aceites minerales clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 05*	Aceites minerales no clorados de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 06*	Aceites sintéticos de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 02 07*	Aceites fácilmente biodegradables de motor, de transmisión y lubricantes
13 07 01*	Fuel oil y gasóleo
13 07 02*	Gasolina
	<b>13.- Residuos de disolventes, refrigerantes y propelentes orgánicos</b>
14 06 02*	Otros disolventes y mezclas de disolventes halogenados.
14 06 03*	Otros disolventes y mezclas de disolventes.
	<b>14.- Residuos NO especificados</b>
16 01 03	Neumáticos fuera de uso
16 01 07*	Filtros de aceite
16 01 13*	Líquidos de frenos
16 06 01*	Baterías de plomo
16 06 02*	Acumuladores de Ni-Cd.

## 2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD

Se propone realizar una estimación del volumen total de residuos generados, mediante la asignación de un 0,2% de volumen sobre la superficie de SET y LAAT. Este valor se ha obtenido de otros estudios de residuos de similares características. El contratista podrá utilizar durante la redacción del plan de RCD's, cualquier otro método de cálculo, de reconocido prestigio, siempre que sea aprobado por la Dirección facultativa de la obra.

### SET:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	1857,94	m <sup>2</sup>
RCD's previstos	0,002	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Volumen de RCD's	3,72	m <sup>3</sup>

### LAAT:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS		
Superficie Construida total	150,00	m <sup>2</sup>
RCD's previstos	0,002	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
Volumen de RCD's	0,30	m <sup>3</sup>

Para estimar el volumen previsto de cada residuo identificado anteriormente, se toma un porcentaje en volumen basado en la composición residuos media que llega a vertedero, según fuentes contrastadas en el Plan Nacional de Residuos.

SET:	% VOLUMEN	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	TONELADAS
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>		<b>2,71 m<sup>3</sup></b>	-	<b>2,58 t</b>
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,07 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,11 t
Madera	15,00%	0,56 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,33 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	0,56 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,84 t
Papel y cartón	15,00%	0,56 m <sup>3</sup>	0,9 t/m <sup>3</sup>	0,50 t
Plástico	13,00%	0,48 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,29 t
Vidrio	3,00%	0,11 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,13 t
Otros	10,00%	0,37 m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup>	0,37 t
<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>		<b>1,00 m<sup>3</sup></b>	-	<b>1,38 t</b>
Arena, grava y otros áridos	10,00%	0,37 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,45 t
Hormigón	10,00%	0,37 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,56 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Otros	6,80%	0,25 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,38 t
<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	0,20%	<b>0,01 m<sup>3</sup></b>	1 t/m <sup>3</sup>	<b>0,01 t</b>
<b>RCD's TOTAL</b>		<b>3,72 m<sup>3</sup></b>		<b>3,97 t</b>



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



LAAT	% VOLUMEN	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	DENSIDAD (t/m <sup>3</sup> )	TONELADAS
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>		<b>0,22 m<sup>3</sup></b>	-	<b>0,21 t</b>
Asfaltos-Bituminosos	2,00%	0,01 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,01 t
Madera	15,00%	0,05 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,03 t
Metales y sus aleaciones	15,00%	0,05 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,07 t
Papel y cartón	15,00%	0,05 m <sup>3</sup>	0,9 t/m <sup>3</sup>	0,04 t
Plástico	13,00%	0,04 m <sup>3</sup>	0,6 t/m <sup>3</sup>	0,02 t
Vidrio	3,00%	0,01 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,01 t
Otros	10,00%	0,03 m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup>	0,03 t

<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>		<b>0,08 m<sup>3</sup></b>	-	<b>0,11 t</b>
Arena, grava y otros áridos	10,00%	0,03 m <sup>3</sup>	1,2 t/m <sup>3</sup>	0,04 t
Hormigón	10,00%	0,03 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,05 t
Materiales de yesos	0,00%	0,00 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,00 t
Otros	6,80%	0,02 m <sup>3</sup>	1,5 t/m <sup>3</sup>	0,03 t

<b>RCD: Potencialmente peligrosos</b>	0,20%	<b>0,00 m<sup>3</sup></b>	1 t/m <sup>3</sup>	<b>0,00 t</b>
---------------------------------------	-------	---------------------------	--------------------	---------------

<b>RCD's TOTAL</b>		<b>0,30 m<sup>3</sup></b>		<b>0,32 t</b>
--------------------	--	---------------------------	--	---------------

### 3 PREVENCIÓN DE RESIDUOS

NO	SI	MEDIDA PREVENCIÓN / REDUCCIÓN
	X	Separación de residuos en origen ( en obra)
	X	Inventario de residuos peligrosos (si los hay)
	X	Separación de residuos biodegradables (basura orgánica)
	X	Nombramiento de responsable de prevención / reducción de residuos.
	X	Utilización de materiales prefabricados (elementos de hormigón, bloques prefabricados...)
	X	Utilización de materiales con mayor vida útil o que favorezcan su reutilización, reciclado, etc.
	X	Evitar derrames, fugas, roturas de material o inservible mediante un control de calidad.
X		Posibilidad de utilizar el material sobrante o No válido en otra obra o uso distinto.
	X	Control y medición de unidades de obra durante la recepción del material.
	X	Utilización de envases y embalajes reciclables de materiales para la construcción.
	X	Implantación de medidas de vigilancia y control de vertidos incontrolados.
	X	Otras a incluir por el poseedor de residuos (constructor)

### 4 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

De acuerdo al Art. 5 R.D.105/2008 el poseedor de residuos deberá proceder a su separación en fracciones, cuando se prevea que los residuos superen las siguientes cantidades:

RESIDUO RCD's	PREVISTO (T)	LÍMITE (T)
Hormigón	2,69 t	80 t
Ladrillos, tejas y material cerámico	0 t	40 t
Metal	4,03 t	2 t
Madera	1,61 t	1 t
Vidrio	0,65 t	1 t
Plástico	1,4 t	0,5 t
Papel y cartón	2,42 t	0,5 t

Según la estimación de volumen de residuos RCD's realizada, se deberán tomar medidas de separación para cada fracción identificada en la tabla, que deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

No	Si	MEDIDA SEPARACIÓN
X		Eliminación previa de materiales desmontables (solo en caso de demolición)
X		Utilización de contenedores de gran volumen para RCD's (solo en caso de demolición)
X		Recogida de RCD's en obra (todo mezclado)
	X	Separación de residuos peligrosos RRPP's (si los hay)
	X	Acondicionamiento de zonas en obra para efectuar la separación de RCD's
	X	Nombramiento de responsable en obra de controlar y supervisar la separación de RCD's
	X	Utilización de contenedores públicos para residuos biodegradables (si los hay)
	X	Utilización de envases / sacos de 1 m <sup>3</sup> para separación de RCD's
	X	Identificación de residuos mediante etiquetas o símbolos

## 5 GESTIÓN DE RESIDUOS

Los RCD's generados durante la ejecución de la obra se gestionarán mediante alguna de las operaciones siguientes (reutilización, valorización o eliminación). Estas medidas deberán ser confirmadas o modificadas por el poseedor de residuos.

## 6 REUTILIZACIÓN

No	Si	OPERACIÓN PREVISTA
	X	Se prevé alguna operación de reutilización
X		Previsión de reutilización en la misma obra o en otro emplazamiento externo
X		Reutilización de hormigón en plantas de hormigón o cementeras
X		Reutilización de mezclas bituminosas en otras obras
	X	Reutilización de arena y grava en áridos reciclados o urbanización
X		Reutilización de ladrillos triturados o deteriorados en otras obras
X		Reutilización de material cerámico en otras obras
X		Reutilización de materiales NO pétreos: madera, yeso, vidrio en otras obras



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



<b>X</b>	Reutilización de materiales metálicos en otras obras
----------	--

## 7 VALORIZACIÓN

No	Si	OPERACIÓN PREVISTA
<b>X</b>		Valorización en la misma obra
	<b>X</b>	Entrega a gestor de RCD's autorizado
<b>X</b>		Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía
<b>X</b>		Recuperación o regeneración de disolventes
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas (basuras)
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de compuestos metálicos en fundiciones o similar
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de hormigones, gravas y arenas para hormigón nuevo, material de base en carreteras, sellado de vertederos
	<b>X</b>	Reciclado o recuperación de mezclas bituminosas en plantas de asfalto
<b>X</b>		Regeneración de ácidos o bases
<b>X</b>		Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura

## 8 ELIMINACIÓN

No	Si	OPERACIÓN PREVISTA
	<b>X</b>	Se prevé alguna operación de eliminación
	<b>X</b>	Depósito de RCD's en vertedero autorizado de residuos inertes
	<b>X</b>	Depósito en vertedero de residuos peligrosos
<b>X</b>		Eliminación de RCD's en incinerador

## 9 DESTINO RCD'S

Se aporta una tabla resumen donde se refleja la salida/gestión que se propone dar a cada RCD identificado y cuantificado anteriormente. Constituye una propuesta que deberá ser confirmada por el poseedor de residuos.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01	Hormigón	Valorización (reciclado)	Fabricación hormigón nuevo
17 01 01	Madera	Valorización (reciclado)	Valorización como combustible
17 02 02	Vidrio	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero
17 02 03	Plástico	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
17 03 02	Mezclas bituminosas	Valorización (reciclado)	Fabricación de asfaltos
17 04 02	Aluminio	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 04 05	Hierro y acero	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 05 04	Tierra y piedras	Valorización (reutilización)	Utilización en obras externas
17 06 04	Materiales de aislamiento	Valorización (reciclado)	Utilización en obras externas
17 08 02	Materiales de yeso	Sin tratamiento	Depósito en vertedero
20 01 21*	Tubos fluorescentes	Valorización (reciclado)	Gestor de Residuos Peligrosos
20 02 01	Residuos biodegradables	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 01 01	Envases de papel y cartón	Valorización (reciclado)	Servicio recogida basuras
15 02 03	Absorbentes	Valorización (reciclado)	Depósito en vertedero

## 10 VALORACION DEL COSTE DE LA GESTION DE LOS RESIDUOS

Se ha previsto un coste de 1.012,35 € para el almacenamiento de los residuos dentro de la obra y su transporte al Gestor autorizado de residuos.

OBJETO	SETS	LAAT	UNITARIO (€/Tn)	TOTAL
	CANTIDAD (Tn)	CANTIDAD (Tn)		
<b>RCD's: Naturaleza no pétreo</b>				
Asfaltos-Bituminosos	0,11	0,01	10	1,20 €
Madera	0,33	0,03	12	4,34 €
Metales y sus aleaciones	0,84	0,07	35	31,63 €
Papel y cartón	0,50	0,04	25	13,55 €
Plástico	0,29	0,02	20	6,26 €
Vidrio	0,13	0,01	20	2,89 €
Otros	0,37	0,03	15	6,02 €
<b>RCD's: Naturaleza pétreo</b>				
Arena, grava y otros áridos	0,45	0,04	5,5	2,65 €
Hormigón	0,56	0,05	15	9,04 €
Materiales de yesos	0,00	0,00	15	- €
Otros	0,38	0,03	15	6,14 €
Material excavacion a vertedero	0,00	0,00	5,5	- €
RCD: Potencialmente peligrosos	0,01	0,00	450	3,61 €
<b>RCD's TOTAL</b>				<b>87,35 €</b>
<b>ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs</b>				
DESCRIPCIÓN	ESTIMACIÓN		UNITARIO	TOTAL
Horas de formación básica en la gestión de residuos para los trabajadores de la obra.	25	h	25,00	625,00 €
Retirada y devolución de bobinas en caso de que el fabricante no viniera a recogerlas	1	ud	300,00	300,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>1.012,35 €</b>



## Anexo 5. Estudio de Campos Magnéticos



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## ÍNDICE

1	OBJETO .....	3
2	NORMATIVA .....	3
3	METODOLOGIA DE ANALISIS .....	4
4	SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV .....	5
4.1	CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO .....	5
4.2	RESULTADOS .....	7
5	EVALUACION DE LOS RESULTADOS .....	9
6	CONCLUSIONES .....	9



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 1 OBJETO

El objeto de este anexo es valorar los campos magnéticos que se producirán en la Subestación Torrero Pre para la evacuación la energía producida por las centrales de generación eléctrica, con el propósito de comprobar el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa vigente.

El municipio afectado por la implantación de esta instalación es Zaragoza (Zaragoza).

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que por razón del funcionamiento de la subestación pueden alcanzarse en su entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente.

## 2 NORMATIVA

El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” (RAT). Este nuevo Reglamento limita los campos electromagnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión, remitiendo al R.D. 1066/2001.

El 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 las emisiones radioeléctricas”, adopta medidas de protección sanitaria de la población estableciendo unos límites de exposición del público a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas acordes a las recomendaciones europeas. Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el límite establecido es de 100 microteslas (100  $\mu$ T).

En el RAT, las limitaciones y justificaciones necesarias aparecen indicadas en las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- 1) ITC-RAT-14. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE INTERIOR. 4.7: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- 2) ITC-RAT-15. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE EXTERIOR. 3.15: Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.
- 3) ITC-RAT-20. ANTEPROYECTOS Y PROYECTOS. 3.2.1: Memoria.

En relación al campo magnético generado por los transformadores de potencia, se aplica la norma UNE-CLC/TR 50453 IN de noviembre de 2008, “Evaluación de los campos electromagnéticos alrededor de los transformadores de potencia”.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	
---	--	--

### 3 METODOLOGIA DE ANALISIS

Para la elaboración del análisis del campo magnético, se ha desarrollado una aplicación que realiza la simulación y cálculo del campo magnético en los puntos deseados de la instalación y su entorno.

El cálculo está basado en un cálculo analítico realizado sobre el conjunto de conductores 3D de una subestación, discretizados a segmentos rectilíneos, y sobre un periodo de onda completo para obtener valores eficaces. Se tienen en cuenta los diferentes desfases entre fases o motivados por la presencia de un transformador.

El cálculo no tiene en cuenta el campo generado por los transformadores, sólo por los conductores. Esta simplificación no afecta de forma significativa a los resultados obtenidos según se indica en UNE- CLC/TR-50453. De igual forma, no se consideran los posibles apantallamientos debidos a pantallas de cables o envolventes de la aparamenta eléctrica, quedando el cálculo por el lado de la seguridad.

La entrada de datos de la aplicación es la topología en 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las corrientes que circulan por cada conductor. Las corrientes consideradas para el cálculo son las máximas previstas para cada posición (en especial de los transformadores) o tramo de ella, de forma que se obtiene el máximo campo magnético. El estado de carga máximo planteado es técnicamente posible de alcanzar, pero difícil que se produzca en realidad, y en todo caso durante un breve espacio de tiempo.

En ocasiones, debido a la topología de la instalación, no es posible determinar las corrientes por todos los tramos de las diferentes posiciones. Para estos casos se estiman las corrientes por dichos tramos que den lugar a los campos más desfavorables.

Los resultados obtenidos se presentan en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose para el cálculo una distancia de 0,2 m del vallado y a una altura de 1 m, según UNE-EN 62110. De igual forma, se facilita el cálculo del campo en forma de gráfico en toda la superficie de la subestación a una altura de 1 m a efectos informativos.

## 4 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 KV

### 4.1 CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION Y DATOS DE CÁLCULO

La configuración de la instalación considerada es la siguiente:

Sección:

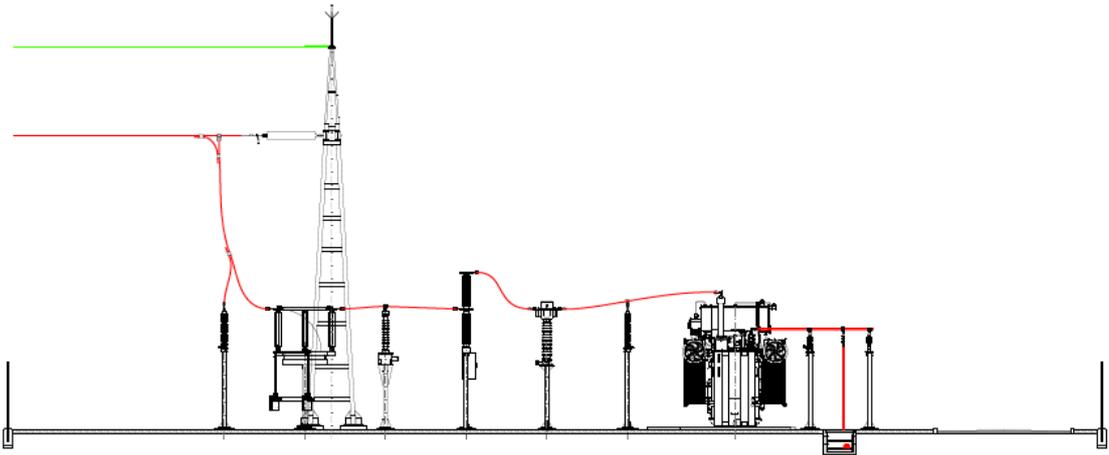


Figura 1

Planta:

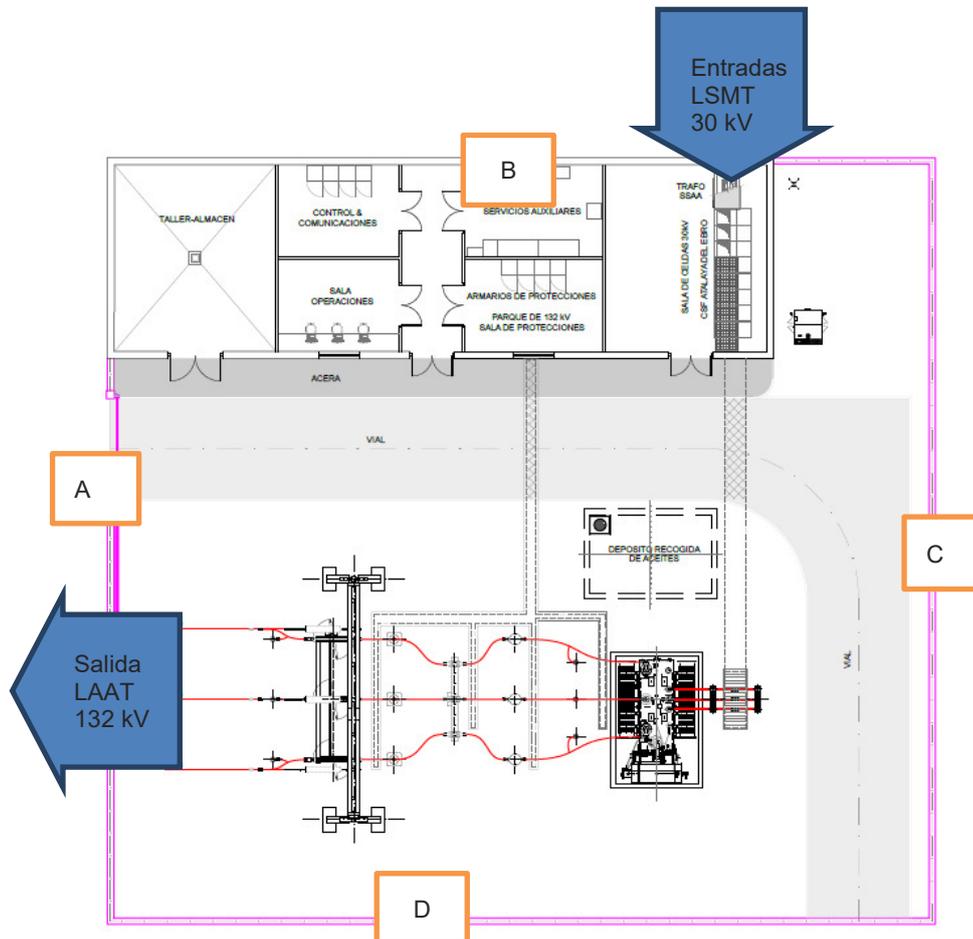


Figura 2

La misma consta de la siguiente línea de entrada:

- L1: LSMT 30 kV, CSF ATALAYA DEL EBRO

Y la siguiente posición de salida:

- L2: LAAT 132 kV SET TORRERO 132 kV.

Se realiza el cálculo ignorando los transformadores auxiliares y el cableado de las celdas de MT y otros equipos ya que los campos magnéticos producidos por estas instalaciones producen muy poca variación en los resultados del cálculo total. Así mismo se procede de igual manera sobre los transformadores de potencia pues este apenas perturba los resultados que es prescriptivo estudiar en el exterior del perímetro. A continuación, se muestra un modelo 3D de los cables de la instalación.

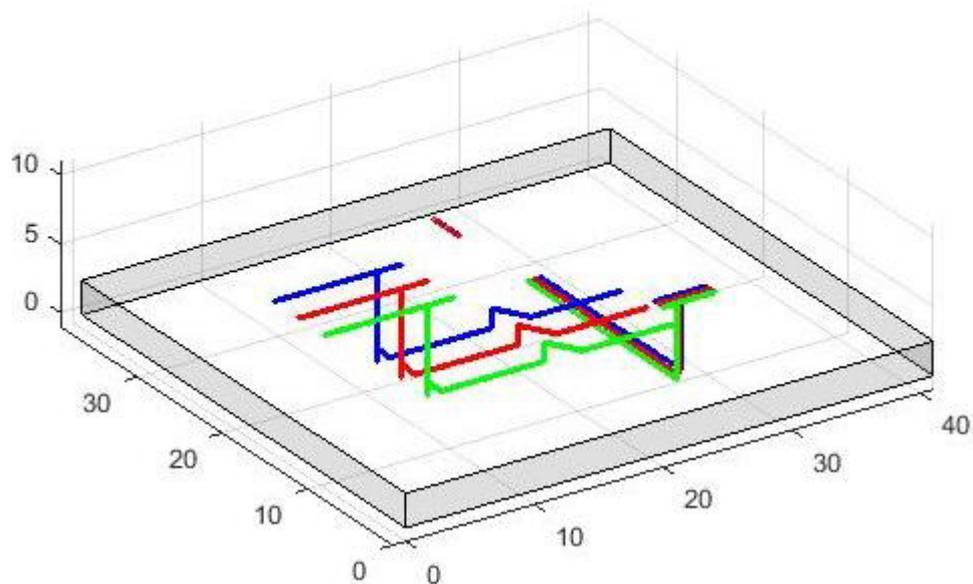


Figura 3.

## 4.2 RESULTADOS

La simulación del campo magnético ha sido realizada con el estado de carga indicado anteriormente, estado de carga máximo realizable. Por tanto, los valores de campo magnético calculados y representados serán superiores a los que se producirán durante el funcionamiento habitual de la subestación.

Se ha obtenido el campo magnético en la subestación, a 1 metro de altura del suelo. Los resultados obtenidos se representan tanto en el límite exterior del centro (Requerimiento reglamentario) como en el interior del mismo.

Los valores más elevados de campo en el exterior accesible por el público se producen en la parte S de la instalación teniendo un valor de 13,14  $\mu\text{T}$ .

En la figura siguiente se representa el campo magnético en la totalidad de la estación eléctrica y en los alrededores de la misma.

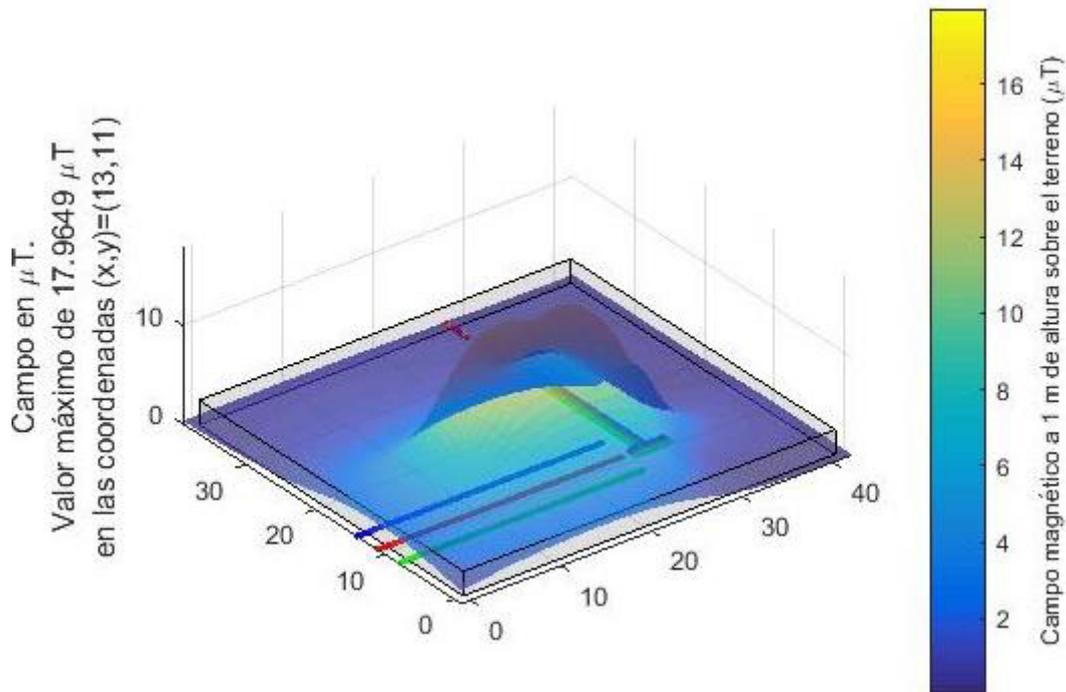


Figura 4.

Las siguientes gráficas representan los valores del campo magnético en las proximidades de la subestación, siguiendo las alineaciones de la valla, a 1 metro de altura.

Lado A: (máximo 3,14  $\mu\text{T}$ )

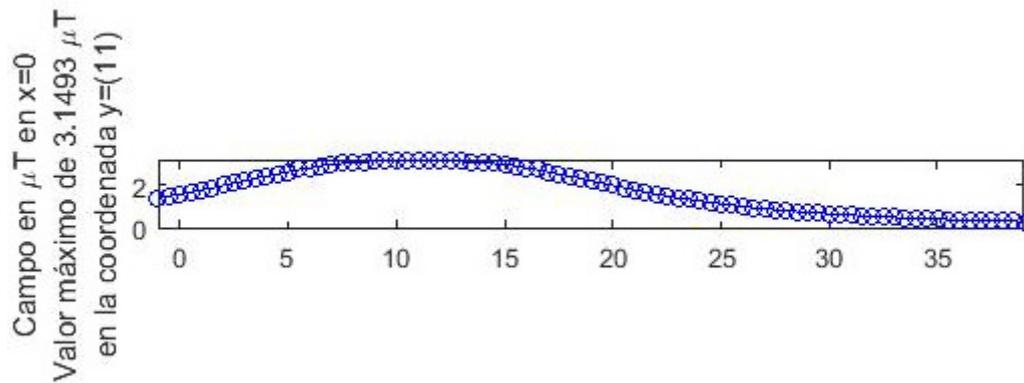


Figura 5.

Lado B: (máximo 0,44  $\mu\text{T}$ )

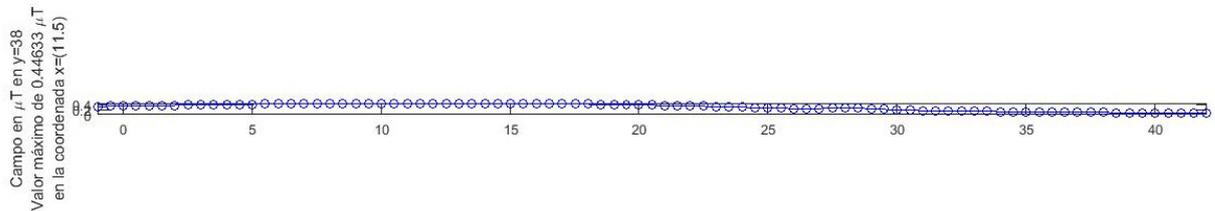


Figura 6.

Lado C: (máximo 0,37  $\mu\text{T}$ )

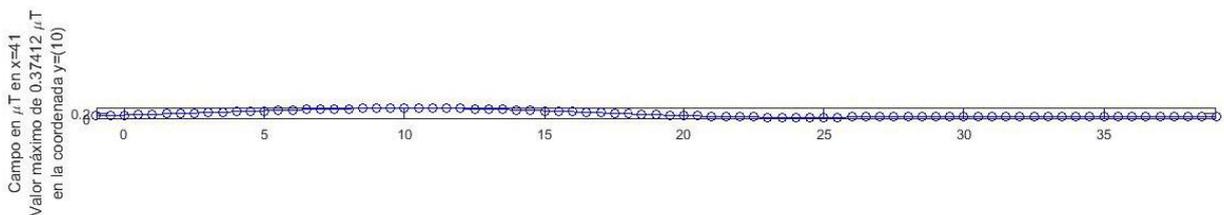


Figura 7.

Lado D: (máximo 2,95  $\mu$ T)

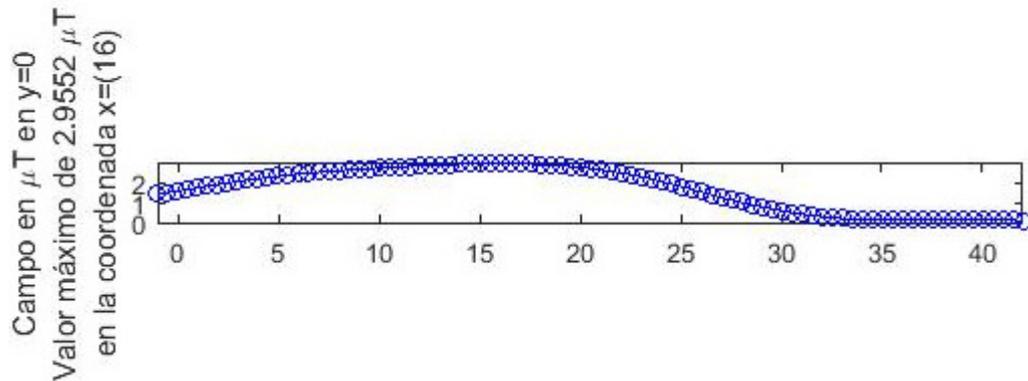


Figura 8.

## 5 EVALUACION DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en el centro de transformación objeto del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100  $\mu$ T, límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300GHz, cuya transcripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de subestaciones eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

## 6 CONCLUSIONES

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la subestación eléctrica del proyecto, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100  $\mu$ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.



## Anexo 6. Relación de Bienes y Derechos Afectados

## OBJETO

El objetivo de este Anexo es indicar la relación bienes y derechos afectados por las instalaciones objeto de proyecto.

## CRITERIOS DE MEDICION DE OCUPACIONES

Los criterios seguidos para calcular las ocupaciones de las instalaciones sobre las diferentes parcelas en las que se ubica son los siguientes:

- **SET:**
  - **Superficie SET:** superficie exterior del vallado de la subestación.
  - **Superficie camino de acceso:** superficie de la zona transitable de los viales.
  - **Superficie explanación:** superficie de explanación correspondiente a la implantación de la SET y su camino de acceso (incluye las otras superficies).
  
- **Línea aérea:**
  - **Afección lineal:** longitud del eje de la traza que afecta a la parcela.
  - **Superficie afectada por apoyo:** superficie de la cimentación vista de cada apoyo incrementada 1,5 m por seguridad a cada lado.
  - **Superficie afectada por vuelo:** superficie proyectada al suelo de los conductores de la línea con su desviación máxima calculados según ITC-LAT07
  - **Zona de no edificabilidad:** superficie proyectada al suelo de los conductores de la línea más una distancia de seguridad de 5 m a cada lado según ITC LAT 07 5.12.2.
  - **Ocupación temporal:** superficie de 500 m<sup>2</sup> próximos a los apoyos.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



SET TORRERO 30/132 kV Y LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV TM de Zaragoza (ZARAGOZA)														
DATOS PARCELA						TRAMO AÉREO					SET			
ID. AFECCIÓN	REF. CATASTRAL	POL	PARC	SUP. PARCELA A (m²)	TÉRMINO MUNICIPAL	APOYOS		VUELO			ZONA DE ACOPIOS	SET	CAMINO DE ACCESO	SUPERFICIE DE EXPLANACIÓN
						ENUM.	SUP. AFECTADA A (m²)	AFECCIÓN LINEAL (m)	SUP. AFECTADA (m²)	ZONA DE NO EDIFICABILIDAD SUP. AFECTADA (m²)	ACOPIOS SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)	SUP. AFECTADA (m²)
1	50900A085002710000YH	85	271	1578671	Zaragoza	AP01 (100%)	64,00	105,86	638,75	1594,23	1000,00	1566,19	433,26	3250,46
						AP02 (69,60%)	50,28							
2	50900A085003060000YG	85	306	967340	Zaragoza	AP02 (30,40%)	47,55	47,55	329,46	616,54	-			
<b>TOTALES</b>							<b>161,83</b>	<b>153,41</b>	<b>968,21</b>	<b>2.210,77</b>	<b>1.000,00</b>	<b>1.566,19</b>	<b>433,26</b>	<b>3.250,46</b>

## DOCUMENTO 02. PLANOS

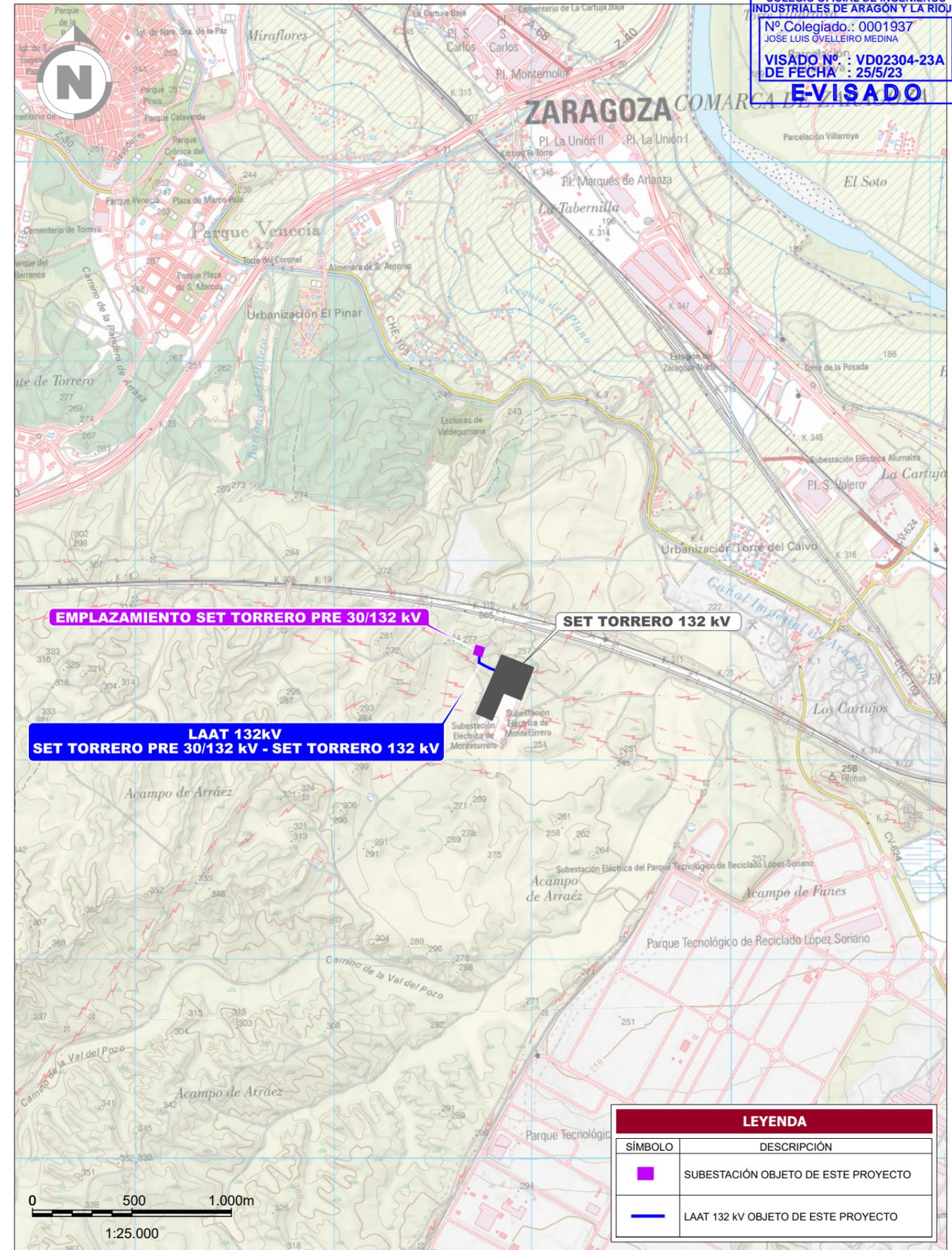
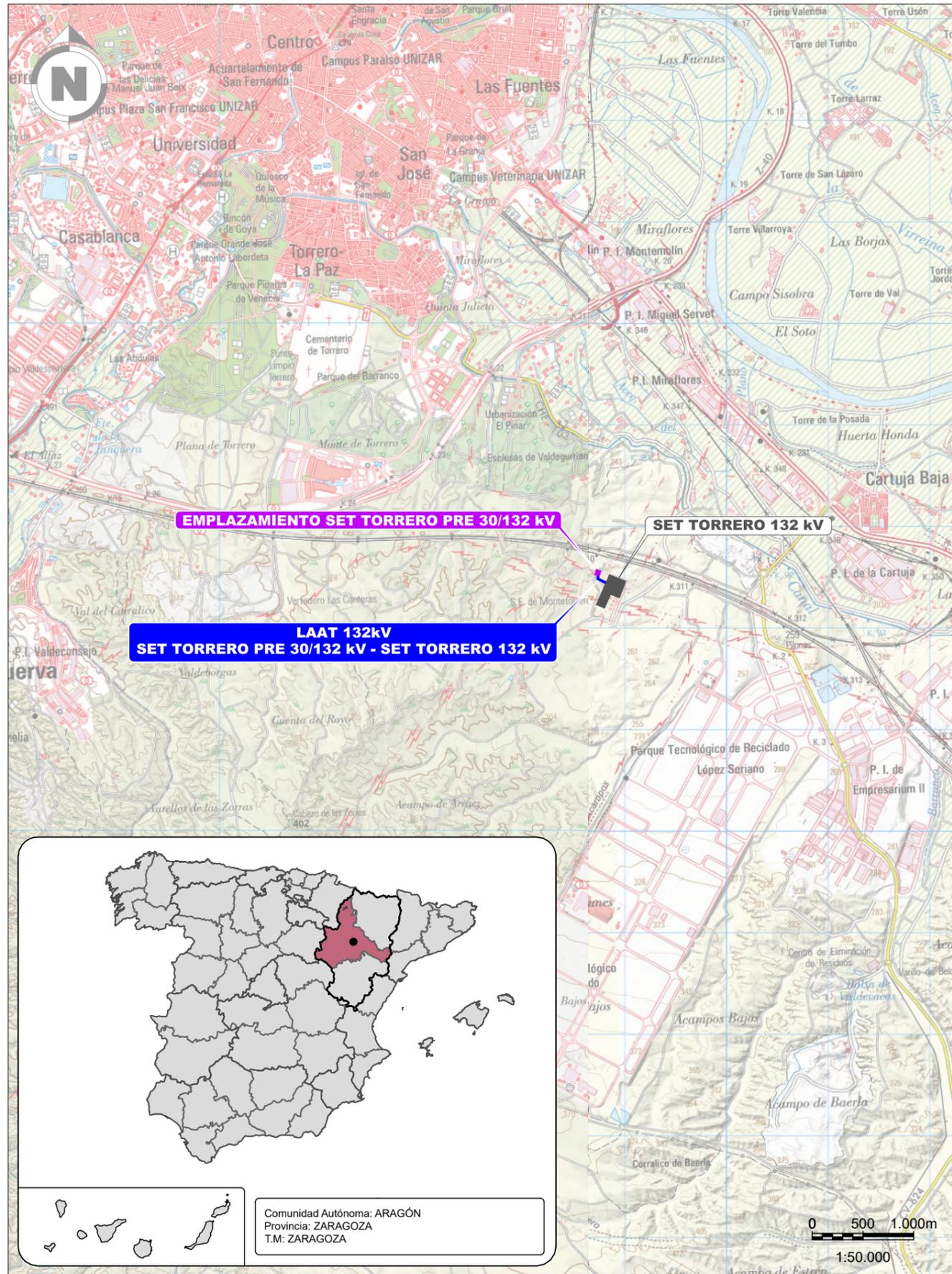


PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## ÍNDICE

342211406-3303-430_SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
342211406-3303-432_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO
342211406-3303-433_MOVIMIENTO DE TIERRAS
342211406-3303-434_PLANTA GENERAL SET
342211406-3303-435_SECCIÓN GENERAL SET
342211406-3303-436_CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES SET
342211406-3303-437_RECORRIDO DE CABLES DE POTENCIA SET
342211406-3303-438_RED DE TIERRAS SET
342211406-3303-439_EDIFICIO DE CONTROL Y CELDAS SET
342211406-3303-440_CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS
342211406-3303-441_ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO
342211406-3303-442_ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA
342211406-3303-443_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA
342211406-3303-444_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA
342211406-3303-450_CATASTRO
342211406-3303-451_PLANTA PERFIL LAAT
342211406-3303-452_APOYOS LAAT
342211406-3303-453_PAY APOYO LAAT
342211406-3303-454_AISLADORES Y ACCESORIOS LAAT
342211406-3303-455_PLACA SEÑALIZACIÓN LAAT
342211406-3303-456_AFECCIONES

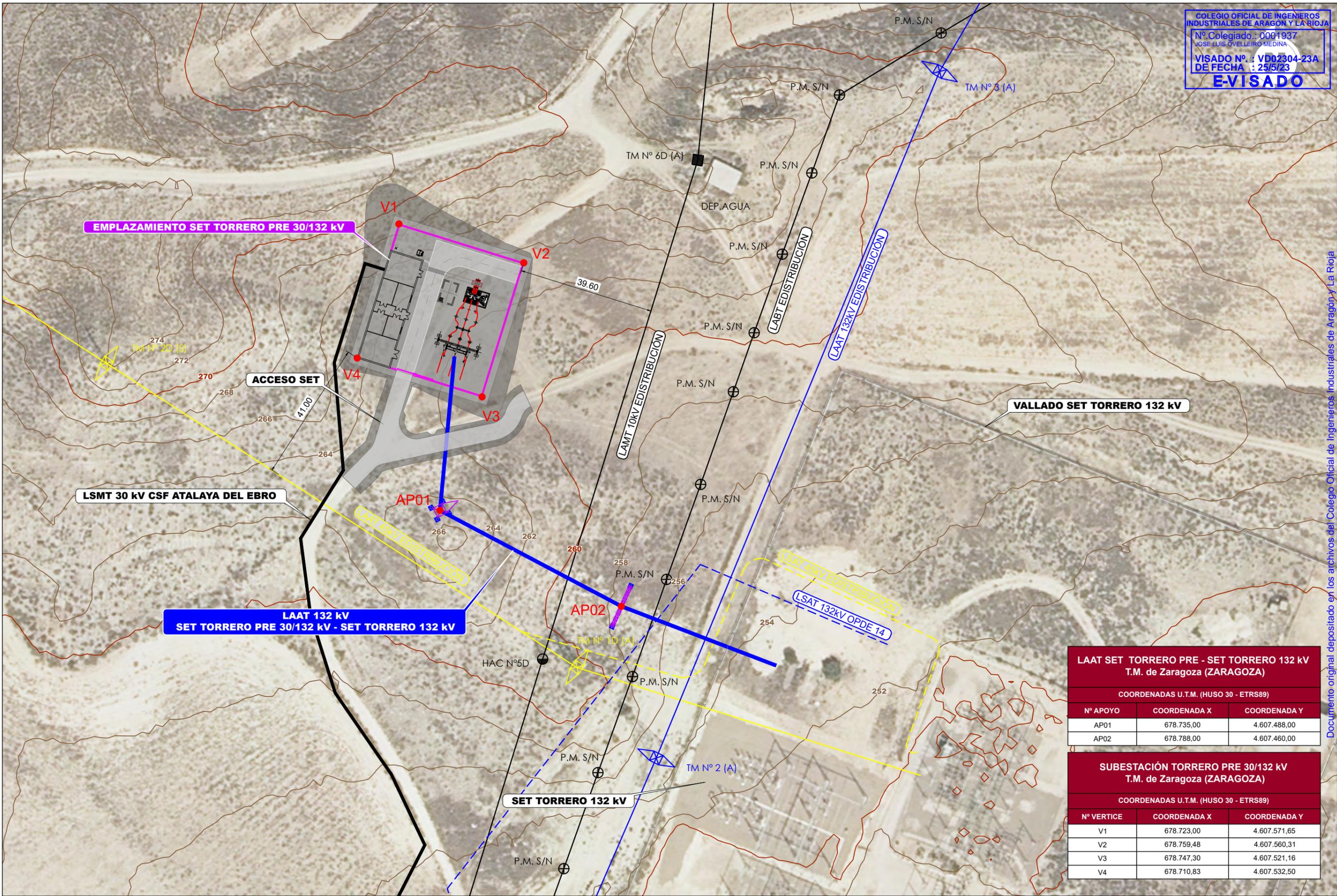


LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SUBSTACIÓN OBJETO DE ESTE PROYECTO
	LAAT 132 kV OBJETO DE ESTE PROYECTO

A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

**SET TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT**

  <small>INGENIERIA Y PROYECTOS</small>	CLIENTE PROYECTO <b>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)</b>	FORMATO A3
	TÍTULO <b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>	ESCALA 1:50.000 1:25.000
PLAN Nº 342211406-3303-430	Nº HOJAS 01 de 01	REVISIÓN A



LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº APOYO	COORDENADA X	COORDENADA Y
AP01	678.735,00	4.607.488,00
AP02	678.788,00	4.607.460,00

SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1	678.723,00	4.607.571,65
V2	678.759,48	4.607.560,31
V3	678.747,30	4.607.521,16
V4	678.710,83	4.607.532,50

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**SET TORRERO PRE Y LAAT**

CLIENTE

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)

AUTOR:

FIRMA DEL INGENIERO:

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

TÍTULO: IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

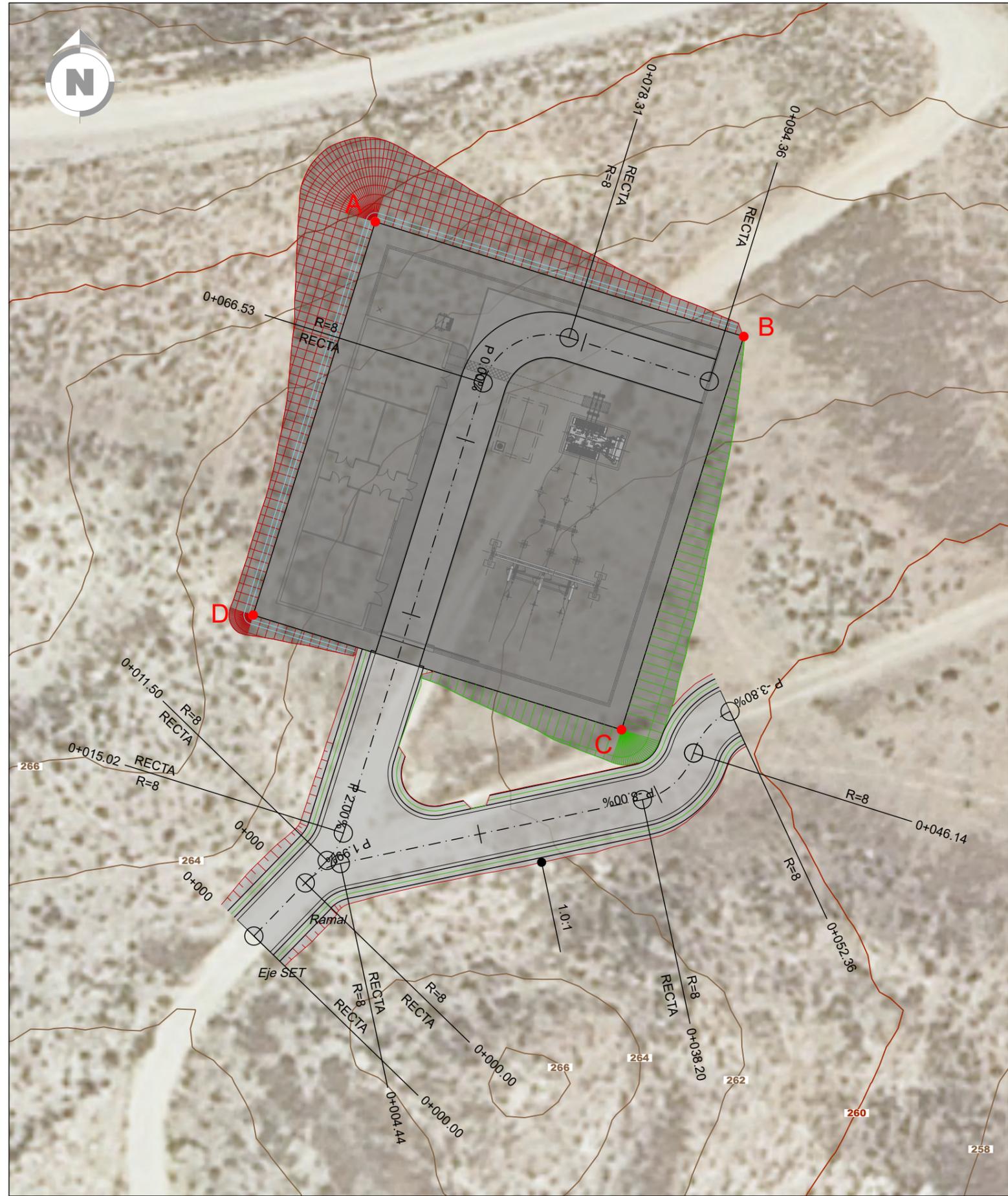
PLANO Nº: 342211406-3303-432

Nº HOJAS: 01 de 01

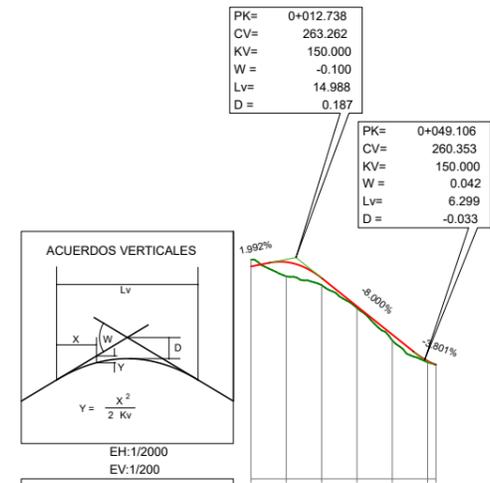
REVISIÓN: A

FORMATO: A3

ESCALA: 1:1.000



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado.: 0001937  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
**VISADO Nº. : VD02304-23A**  
**DE FECHA : 25/5/23**  
**E-VISADO**



PLANO DE COMPARACION 257

P.K.		0+000					
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000
	PARCIALES	0.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
ORDENADAS	RASANTE	263.008	263.132	262.681	261.881	261.081	260.338
	TERRENO	263.20	262.73	262.48	261.83	260.91	260.23
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.19					0.00
	TERRAPLEN		0.40	0.20	0.05	0.17	0.04
ACUERDOS VERTICALES		0+000.000	0+004.441	0+008.204	0+046.141	0+052.392	0+052.392
DIAGRAMA DE CURVATURAS		RECTA					
DIAGRAMA DE PERALTES		RECTA					

Ramal

PLANO DE COMPARACION 259

P.K.		0+000									
DISTANCIAS	AL ORIGEN	0.000	10.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	90.000
	PARCIALES	0.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
ORDENADAS	RASANTE	262.847	263.047	263.247	263.447	263.500	263.500	263.500	263.500	263.500	263.500
	TERRENO	262.85	263.15	263.05	263.11	263.50	263.50	263.50	263.50	263.50	263.50
COTAS ROJAS	DESMONTE	0.10				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	TERRAPLEN	0.00	0.20	0.34							0.00
ACUERDOS VERTICALES		0+000.000	0+011.503	0+015.018	0+032.654	0+049.106	0+066.532	0+078.313	0+094.363		
DIAGRAMA DE CURVATURAS		RECTA									
DIAGRAMA DE PERALTES		RECTA									

Eje SET

**PLATAFORMA SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)**

COORDENADAS U.T.M. (HUSO 30 - ETRS89)

Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
A	678.721,69	4.607.574,16
B	678.761,98	4.607.561,62
C	678.748,62	4.607.518,66
D	678.708,32	4.607.531,19

**CARACTERÍSTICAS**

TALUD DE DESMONTE	1/1
TALUD DE TERRAPLEN	3/2
TIERRA VEGETAL	30cm
FIRME DE VIALES	15cm + 15cm

**LEYENDA**

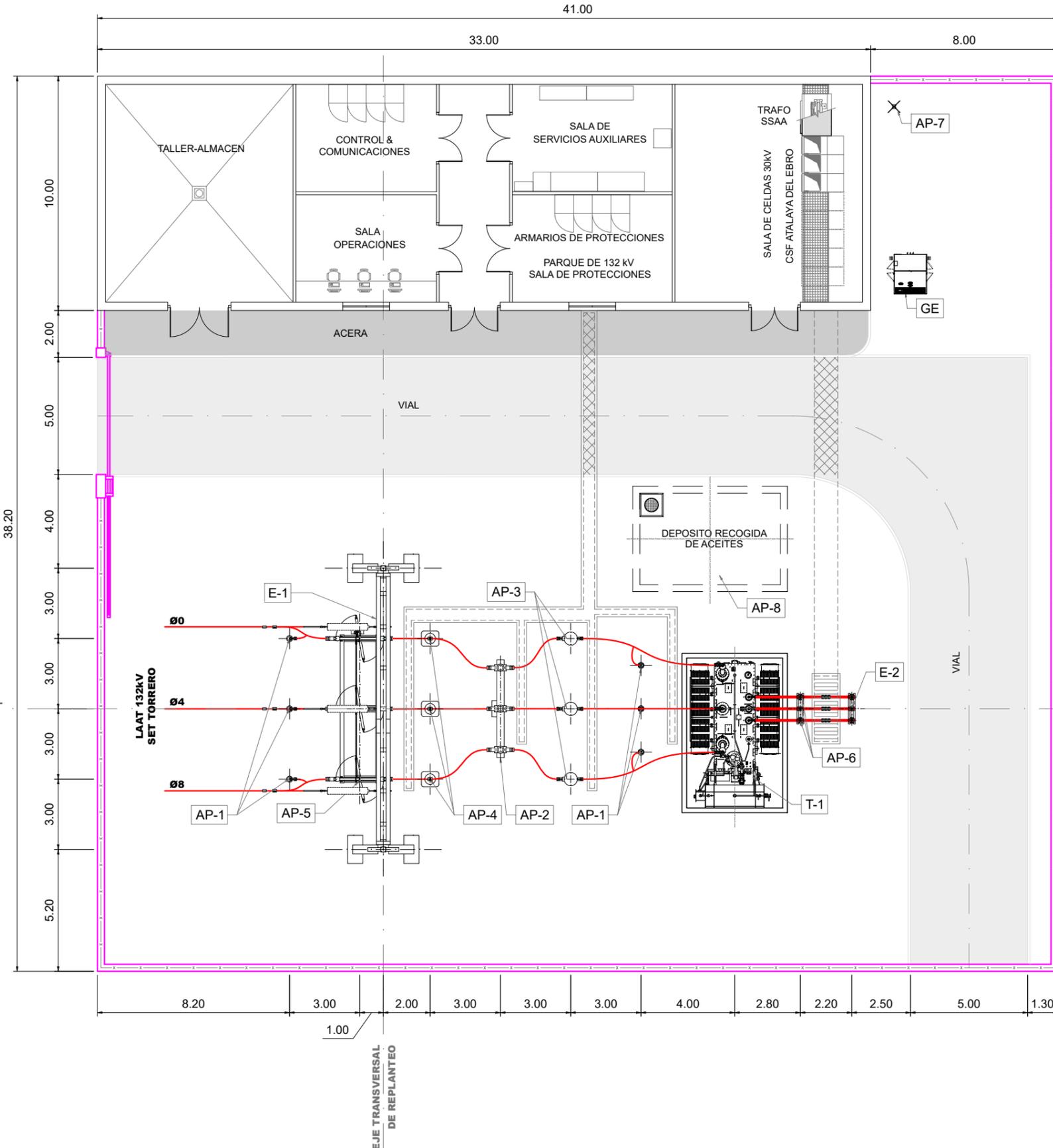
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SECCION EN DESMONTE
	SECCION EN TERRAPLEN

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**SET TORRERO PRE Y LAAT**



PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO	A3	
AUTOR	 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937		TÍTULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS SET TORRERO PRE 30/132 kV	
PLANO Nº	342211406-3303-433	Nº HOJAS	01 de 01	REVISIÓN	A

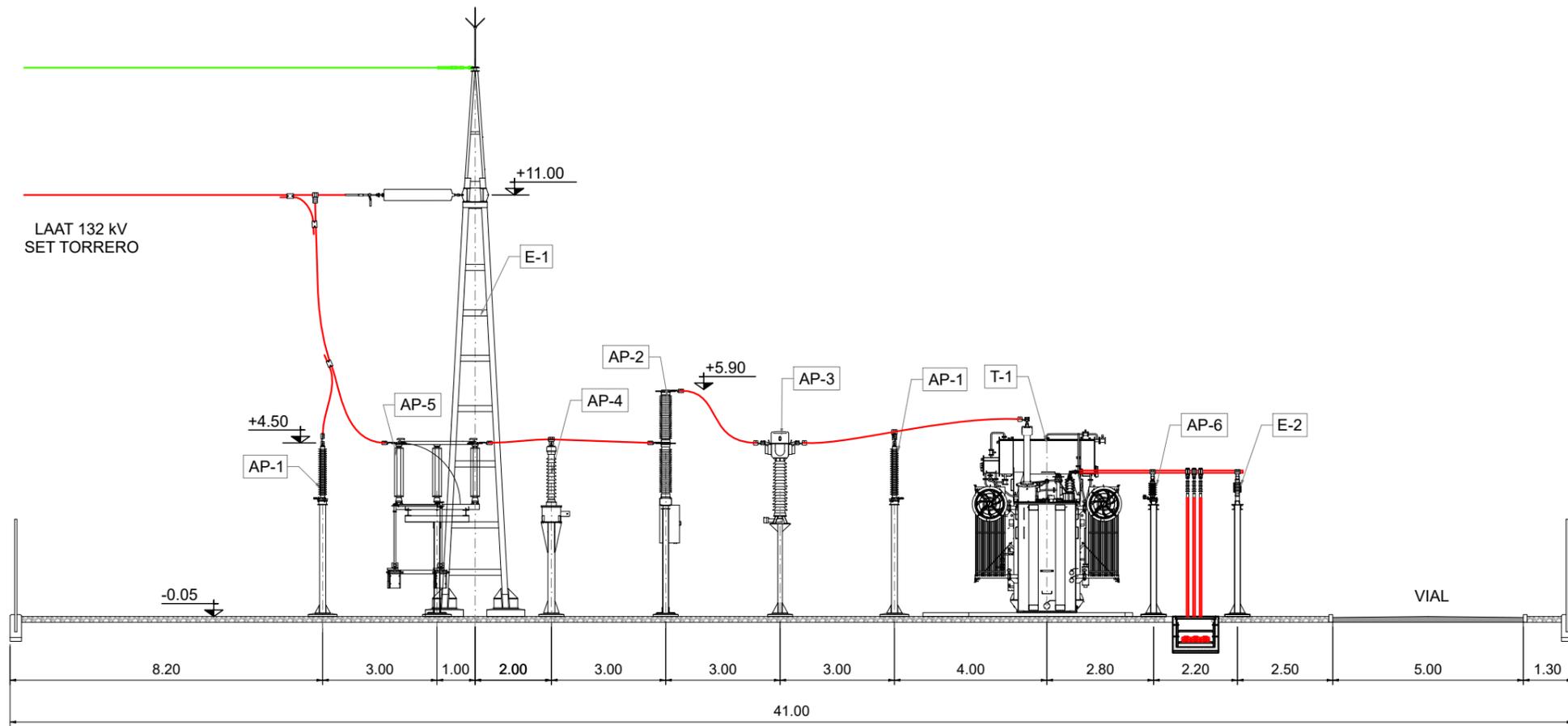


CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 30kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-6	3	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 30kV

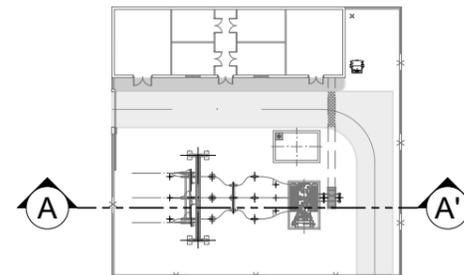
CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 132kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	6	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 132kV
AP-2	1	INTERRUPTOR TRIPOLAR
AP-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4	3	TRANSFORMADOR DE TENSION
AP-5	1	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/132kV

OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-7	1	APOYO PARARRAYOS
AP-8	1	DEPOSITO DE RECOGIDA DE ACEITES
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-1	1	ESTRUCTURA PORTICO DE LINEA 132kV
E-2	1	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS 30kV

					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3
									TÍTULO PLANTA GENERAL SET TORRERO PRE 30/132 kV
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN	PLANO Nº 342211406-3303-434	Nº HOJAS 01 de 01		
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				



SECCIÓN A-A'



**CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 30kV**

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-6	3	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 30kV

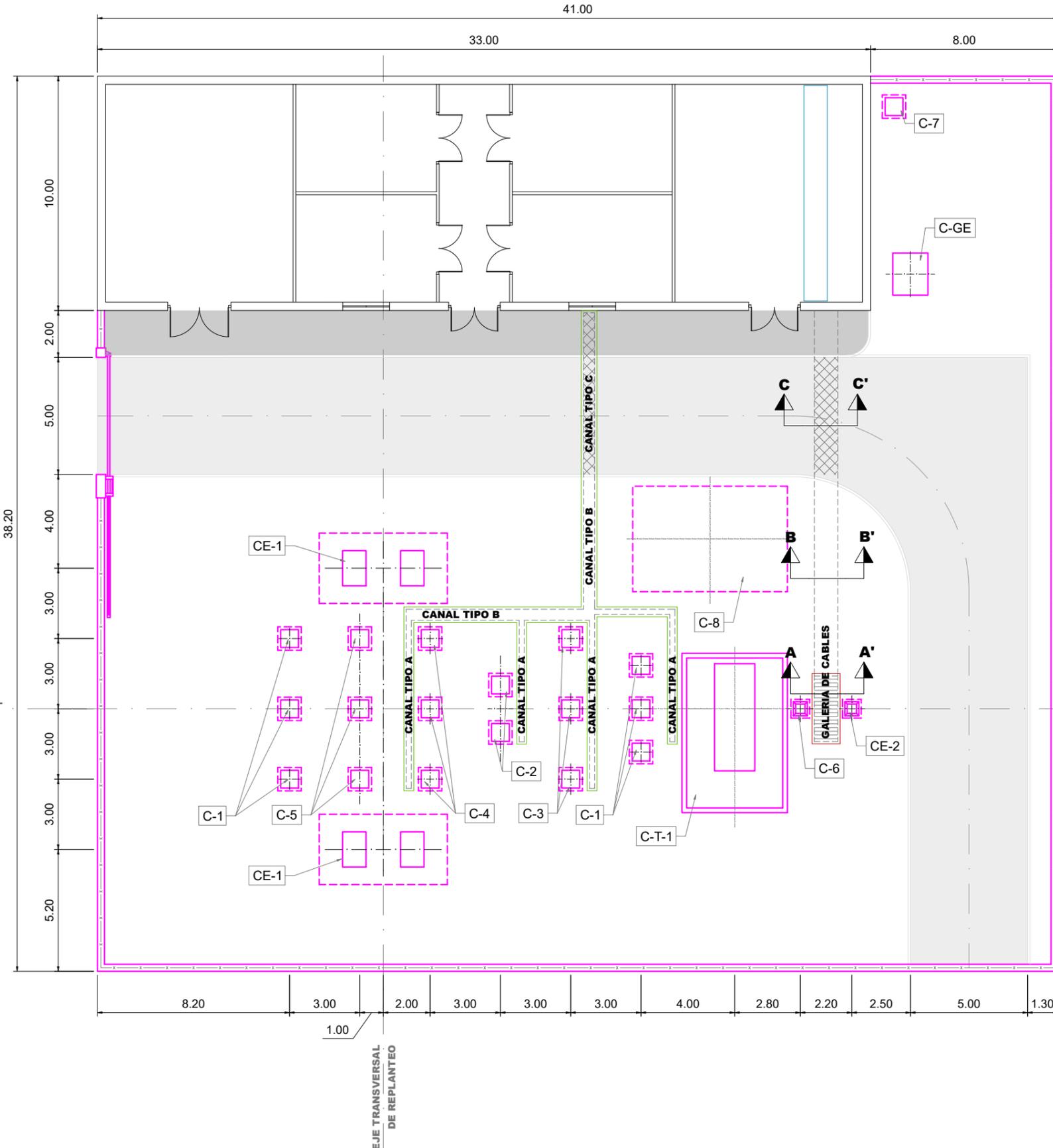
**CUADRO DE EQUIPOS PARQUE EXTERIOR DE 132kV**

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-1	6	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 132kV
AP-2	1	INTERRUPTOR TRIPOLAR
AP-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
AP-4	3	TRANSFORMADOR DE TENSION
AP-5	1	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/132kV

**OTROS EQUIPOS AUXILIARES**

POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
AP-7	1	APOYO PARARRAYOS
AP-8	1	DEPOSITO DE RECOGIDA DE ACEITES
GE	1	GRUPO ELECTROGENO
E-1	1	ESTRUCTURA PORTICO DE LINEA 132kV
E-2	1	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS 30kV

					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3	
								AUTOR 	TÍTULO SECCIÓN GENERAL SET TORRERO PRE 30/132 kV	ESCALA 1:150
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN			PLANO Nº 342211406-3303-435	Nº HOJAS 01 de 01	REVISIÓN A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN					



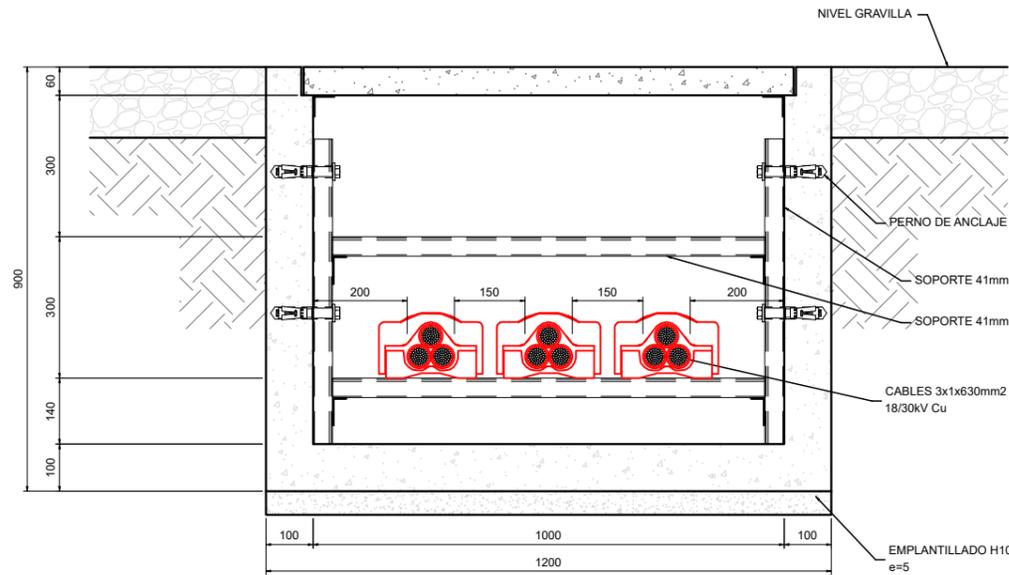
CUADRO CANALES DE CABLES		
	TIPO	LONGITUD (m)
CANAL DE CABLES DE POTENCIA	GALERÍA DE CABLES SECCION TIPO A-A'	3
	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA SECCION TIPO B-B'	10,50
	CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA BAJO VIAL SECCION TIPO C-C'	5
CANAL DE CABLES CONTROL Y MEDIDA	TIPO A	28
	TIPO B	14
	TIPO C	7

CUADRO DE CIMENTACIONES PARQUE EXTERIOR DE 30kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-6	1	SOPORTE CON AUTOVALVULAS PARARRAYOS 30kV

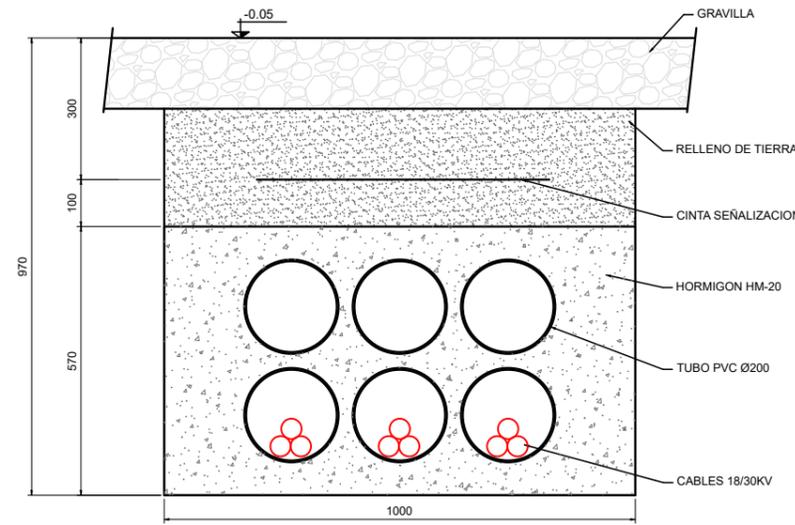
CUADRO DE CIMENTACIONES PARQUE EXTERIOR DE 132kV		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-1	6	AUTOVALVULAS PARARRAYOS 132kV
C-2	2	INTERRUPTOR TRIPOLAR
C-3	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
C-4	3	TRANSFORMADOR DE TENSION
C-5	3	SECCIONADOR TRIPOLAR DE LINEA CON PUESTA A TIERRA
C-T-1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 30/132kV

CIMENTACIONES OTROS EQUIPOS AUXILIARES		
POS.	CANT.	DENOMINACIÓN
C-7	1	APOYO PARARRAYOS
C-8	1	DEPOSITO DE RECOGIDA DE ACEITES
C-GE	1	GRUPO ELECTROGENO
CE-1	2	ESTRUCTURA PORTICO DE LINEA 132kV
CE-2	1	SOPORTE CON AISLADORES DE BARRAS 30kV

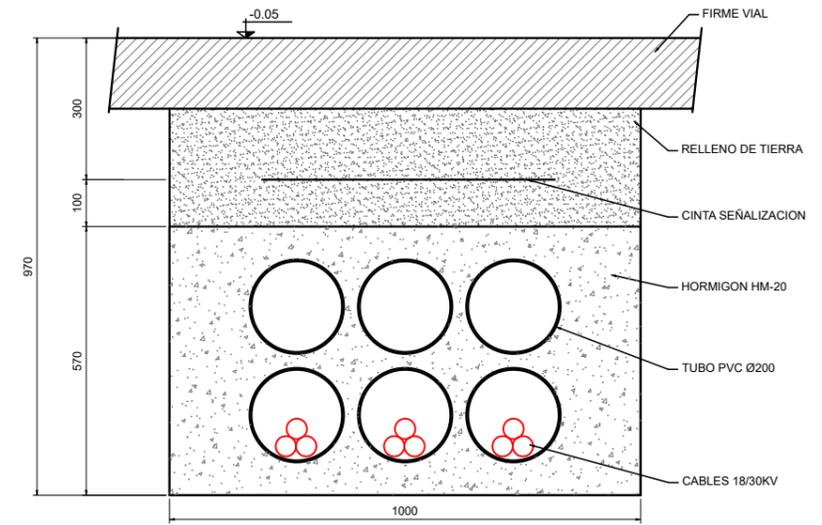
					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>   <small>AL SERVICIO DE LA EMPRESA</small> <small>JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA</small> <small>Colegiado n.º 1.937</small>	PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA) TÍTULO: CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES SET TORRERO PRE 30/132 kV. PLANTA PLANO N.º: 342211406-3303-436 N.º HOJAS: 01 de 02	FORMATO: A3 ESCALA: 1:200 REVISIÓN: A
A REVISIÓN	MAYO 2023 FECHA	G.F.P. DIBUJADO	J.R.A. REVISADO	J.L.O. APROBADO		PRIMERA EMISIÓN DESCRIPCIÓN	



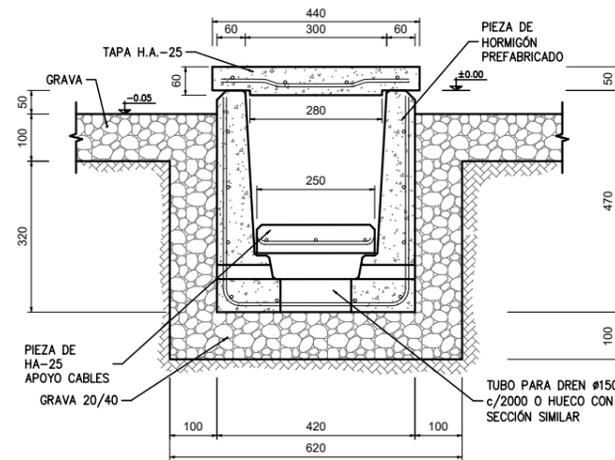
**GALERIA DE CABLES - SECCION A-A'**  
**ESC 1/15**



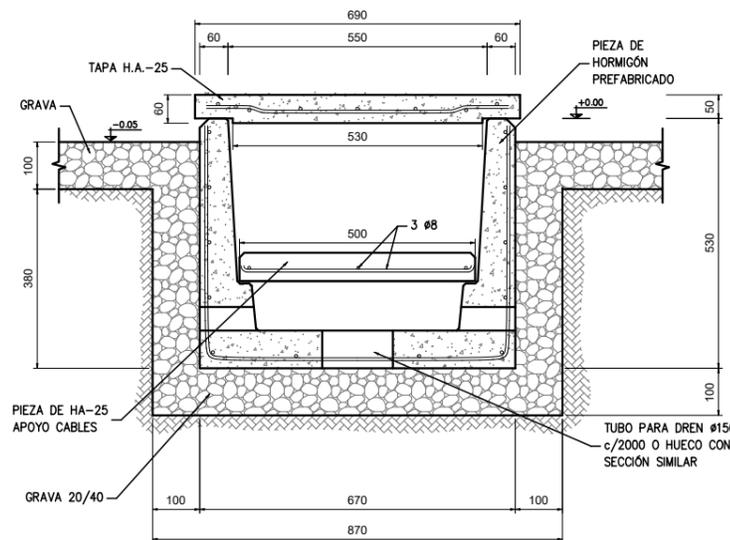
**ZANJA SUBTERRANEA - SECCION B-B'**  
**ESC 1/15**



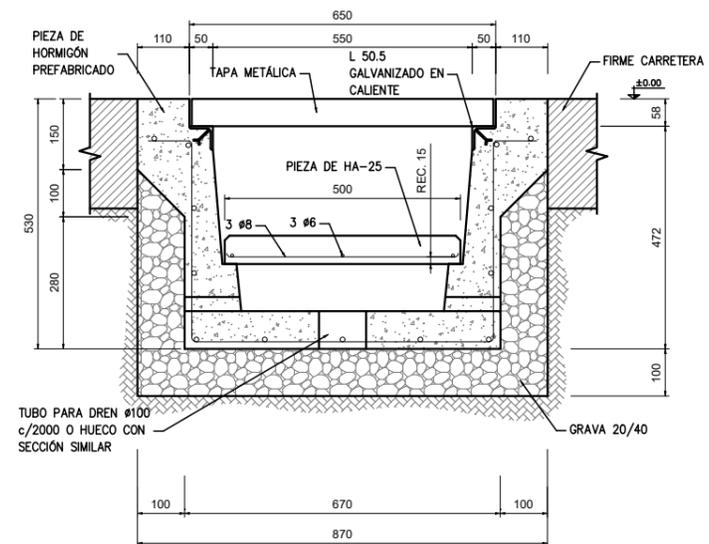
**ZANJA SUBTERRANEA BAJO VIAL - SECCION C-C'**  
**ESC 1/15**



**CANAL TIPO A**  
**ESC 1/15**

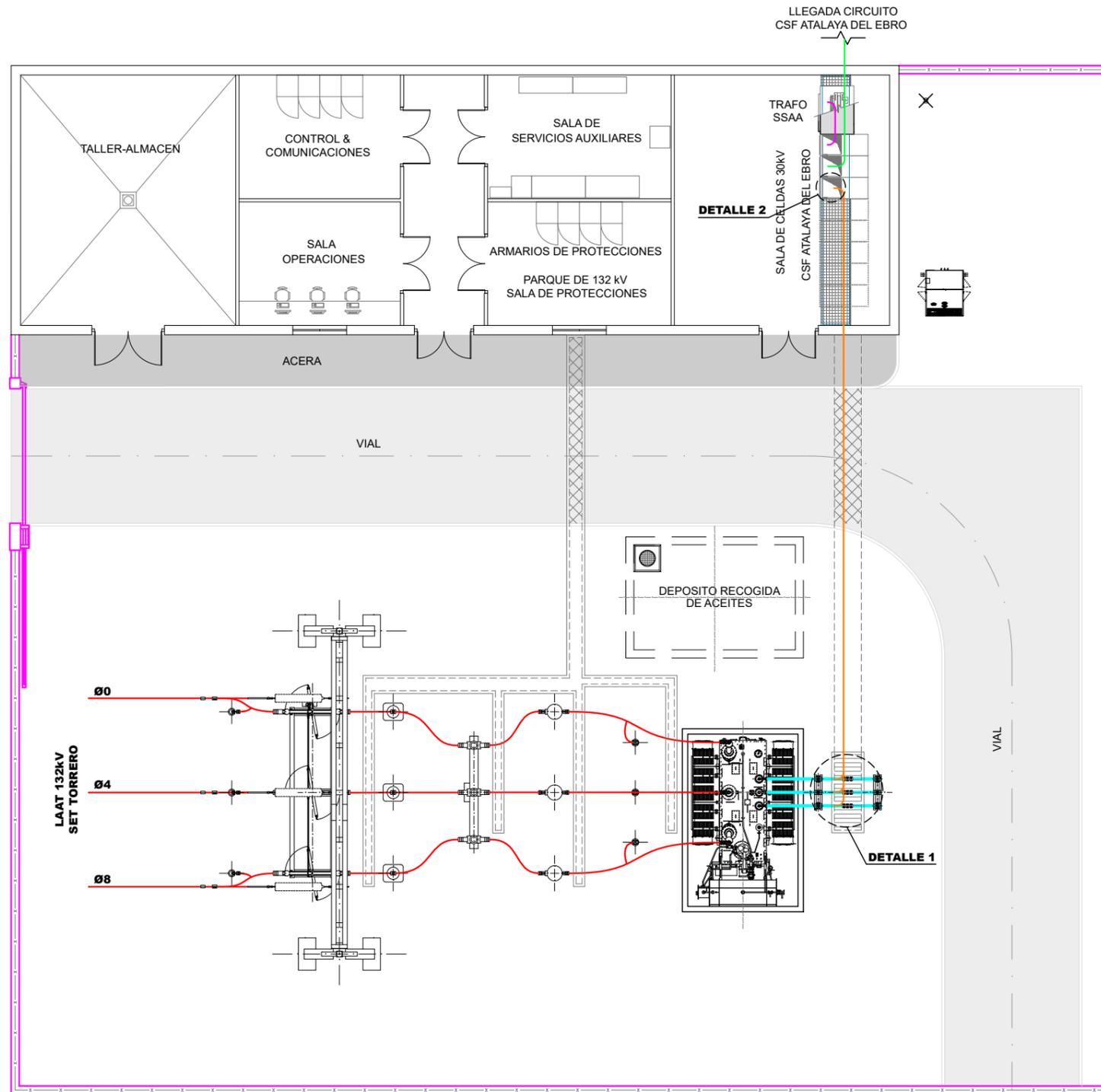


**CANAL TIPO B**  
**ESC 1/15**



**CANAL TIPO C**  
**ESC 1/15**

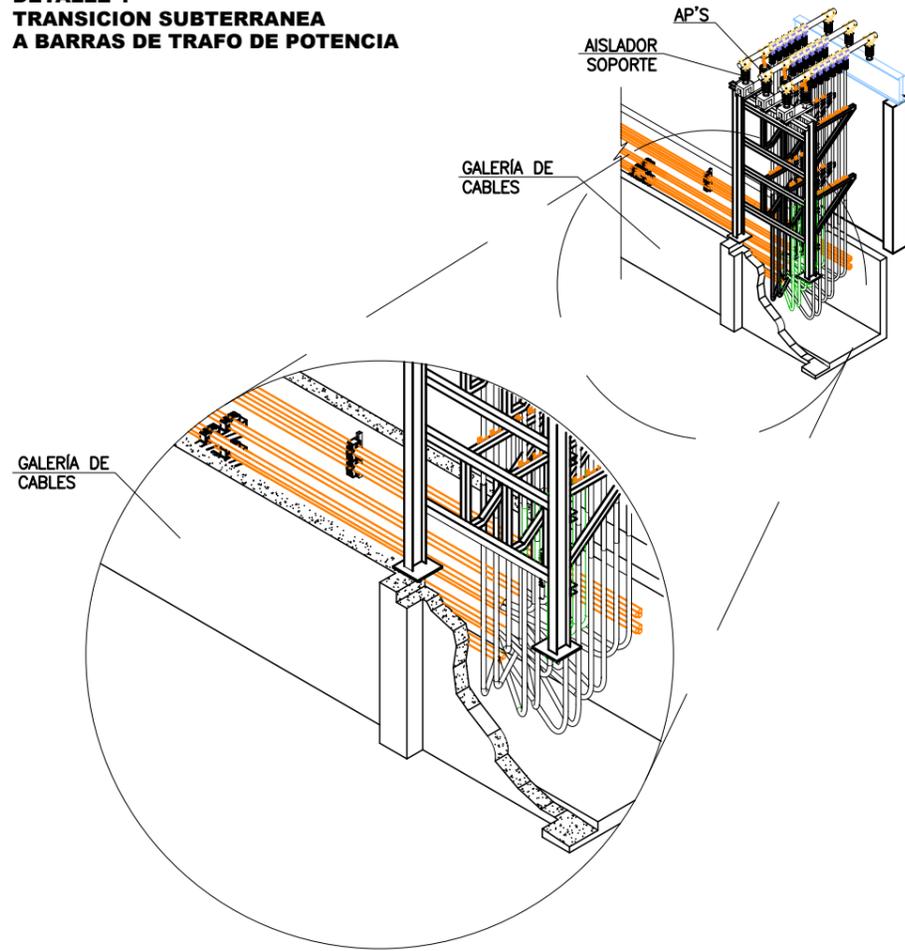
						CLIENTE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO	
							TÍTULO: CIMENTACIONES Y CANALES DE CABLES SET TORRERO PRE 30/132 kV. DETALLES		A3
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	FIRMA DEL INGENIERO: (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937		PLANO N.º	N.º HOJAS	ESCALA
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO		342211406-3303-436	02 de 02	1:15	REVISIÓN
					PRIMERA EMISIÓN DESCRIPCIÓN				A



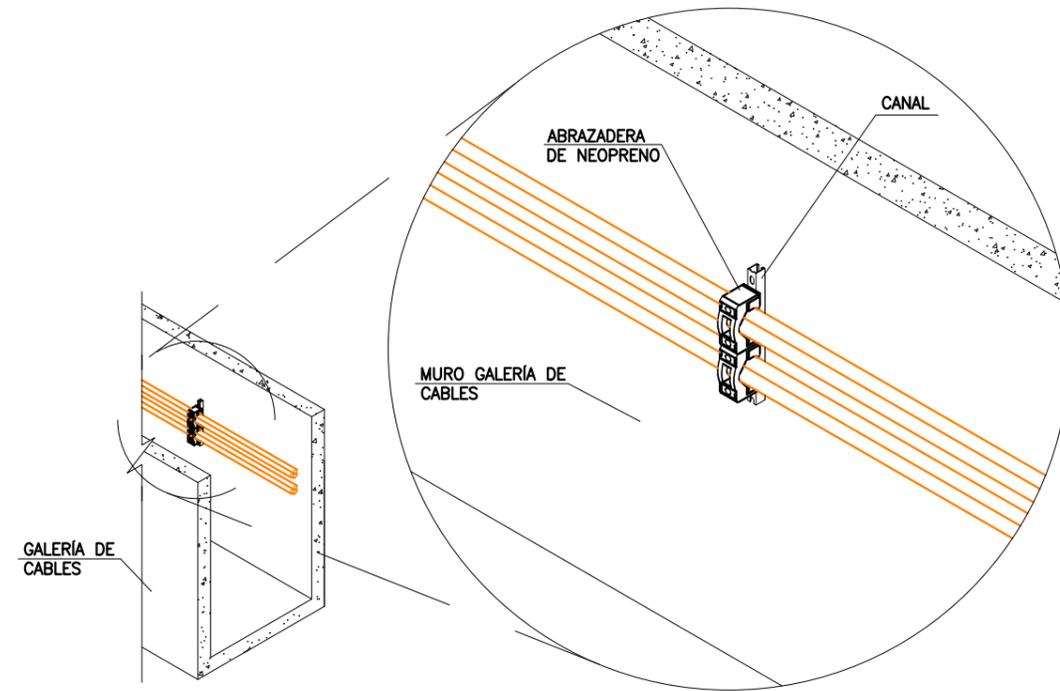
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIRCUITO PARQUE FOTOVOLTAICO.
	CONEXIÓN CON TRANSFORMADOR DE POTENCIA T-1: RHZ1 18/30 kV 3x(3x1x630) mm <sup>2</sup> Cu
	CONEXIÓN CON TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES: RHZ1 18/30 kV 3x1x150 mm <sup>2</sup> Al
	CONEXIÓN A APARAMENTA PARQUE EXTERIOR 132kV: CABLE LA-380 (GULL) simplex
	CONEXIÓN A BORNAS TRANSFORMADOR DE POTENCIA LADO 30kV: TUBO AL Ø100/88mm (ext./int.)

					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3	
								AUTOR 	TÍTULO RECORRIDO DE CABLES DE POTENCIA SET TORRERO PRE 30/132 kV. PLANTA	ESCALA 1:200
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN			PLANO Nº 342211406-3303-437	Nº HOJAS 01 de 02	REVISIÓN A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN					

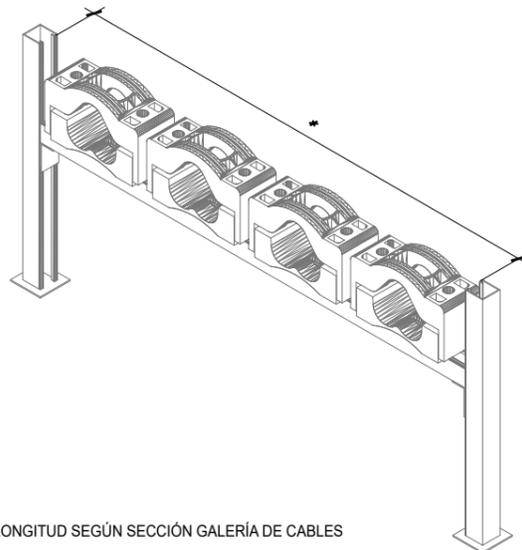
**DETALLE 1  
 TRANSICIÓN SUBTERRANEA  
 A BARRAS DE TRAFÓ DE POTENCIA**



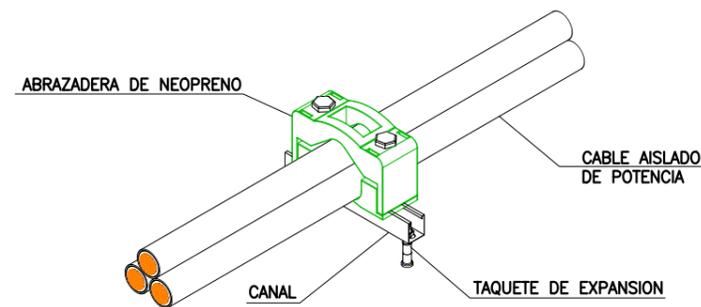
**DETALLE  
 FIJACIÓN DE CABLE, ABRAZADERA  
 Y CANAL UNISTRUT SOBRE MURO**



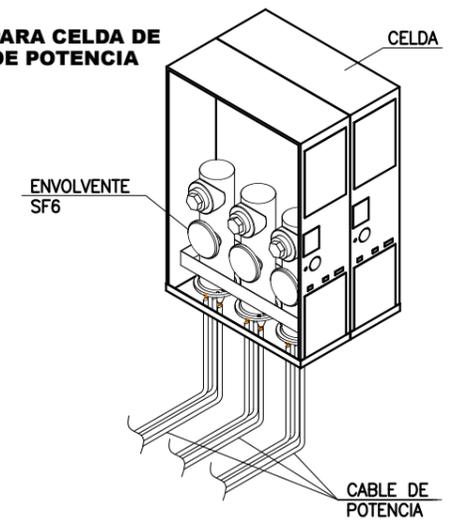
**DETALLE  
 SOPORTERIA TIPO PARA CABLES DE POTENCIA EN GALERÍA DE CABLES**



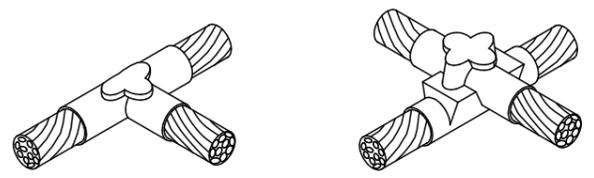
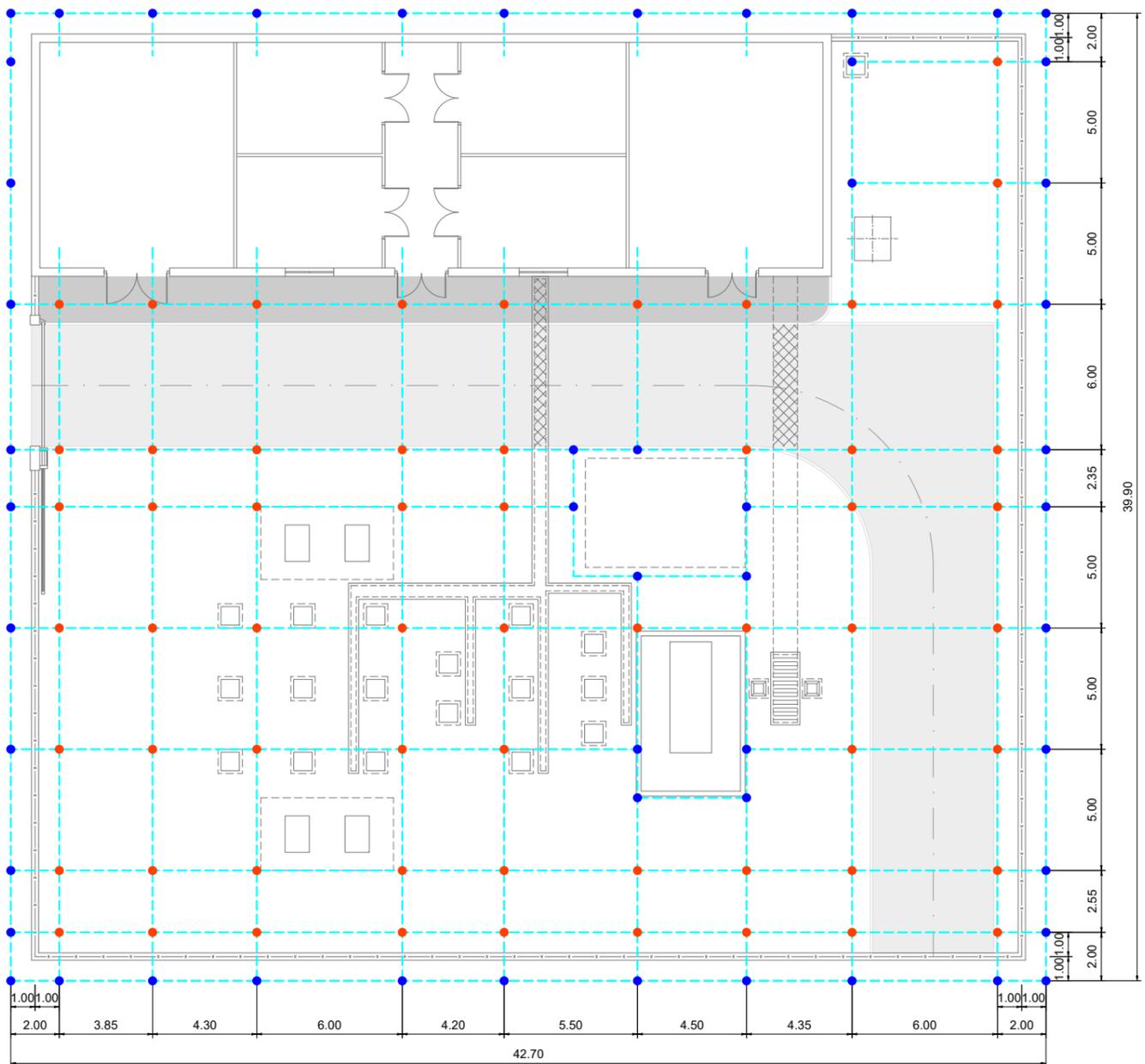
**DETALLE  
 SUJECIÓN TÍPICA A PISO Y MUROS**



**DETALLE 2  
 CONEXIÓN TÍPICA PARA CELDA DE  
 TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

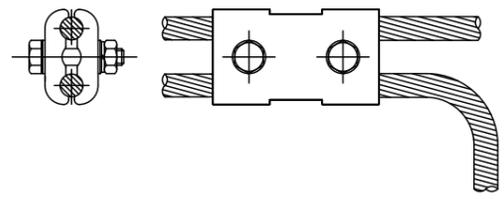


					SET TORRERO PRE Y LAAT	CLIENTE	PROYECTO		FORMATO
						monegros SOLAR	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		A3
							inproin	TÍTULO	
						RECORRIDO DE CABLES DE POTENCIA SET TORRERO PRE 30/132 kV. DETALLES		S/E	
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.		PRIMERA EMISIÓN	PLANO N.º	342211406-3303-437	N.º HOJAS
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	INGENIERIA Y PROYECTOS	JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	02 de 02	A



**DETALLE -Y- S/E**

**DETALLE -Z- S/E**



**GRAPA ENLACE PARA ESTRUCTURA Y DOS CABLES S/E**

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "CRUZ" (60 uds.)
	SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN "T" (52 uds.)
	CABLE DE COBRE 120 mm2 (784m)

**CONEXION A TIERRA DEL CERRAMIENTO S/E**

**ZANJA PARA CABLE**

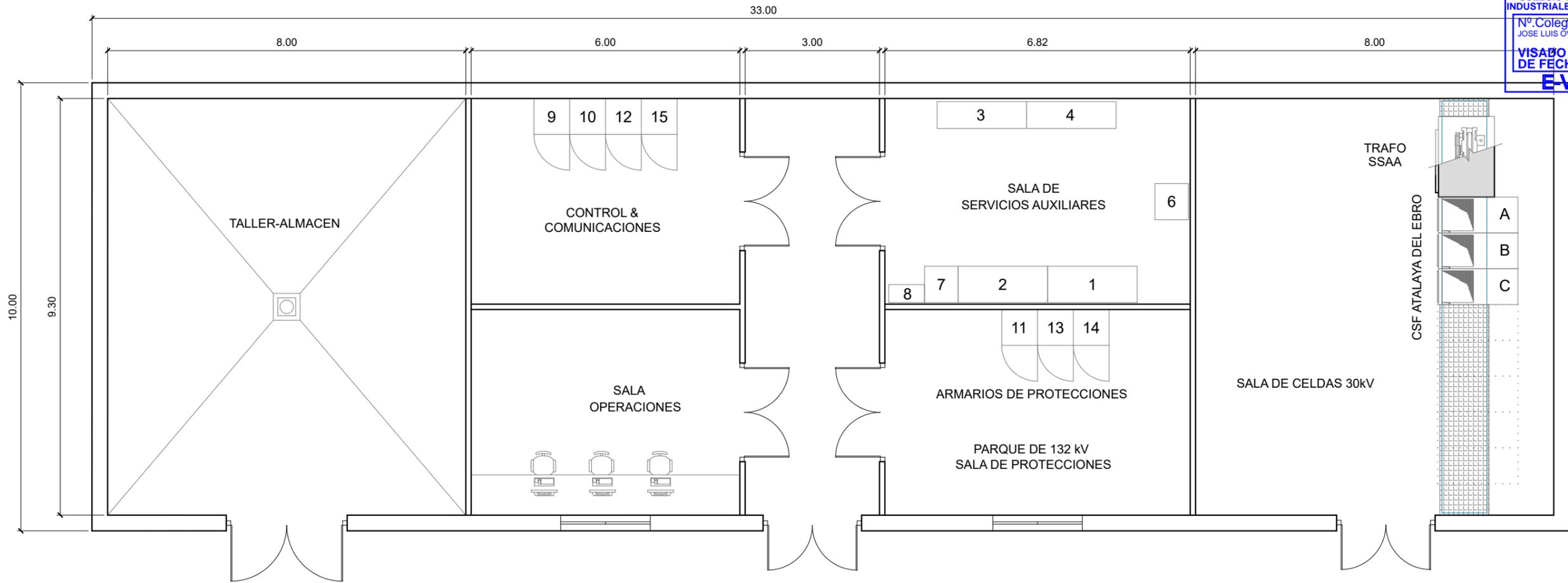
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 S/E Colegiado.: 0001937  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 VISADO Nº.: VD02304-23A  
 DE FECHA: 25/5/23  
**E-VISADO**

**CONEXION A TIERRA DE ESTRUCTURAS S/E**

- NOTAS**
- LOS SIGUIENTES ELEMENTOS DEBERÁN SER CONECTADOS A LA MALLA DE TIERRAS DENTRO DE LOS TRABAJOS DE OBRA CIVIL:
    - PUERTAS ENTRADA SUBESTACIÓN
    - PUERTAS CASSETAS
    - PUERTAS EXTERIORES EDIFICIO
    - CERCOS METÁLICOS DE ARQUETAS (TANTO DE CABLES COMO DE DRENAJE) Y CANALES Y CANALES REFORZADOS
    - CERRAMIENTO APROXIMADAMENTE CADA 20 m
    - MUERTOS DE ARRASTRE
    - RAILES DE VIALES DE RODADURA
    - CIMENTACIONES DE EDIFICIOS Y CASSETAS
  - SE DARÁ CONTINUIDAD EN LOS EDIFICIOS A LAS ARMADURAS DE MURO DE CIMENTACIÓN Y SOLERA.
  - LA MALLA DE TIERRA SE REALIZA CON CABLE Cu. 120 mm2 A 60cm DE PROFUNDIDAD.
  - EL CABLE DE TIERRA PERIMETRAL EXTERIOR SE COLOCARA A UN METRO DEL EJE DE LA VALLA APROXIMADAMENTE.
  - SE DEJARAN DERIVACIONES DE LA MALLA DE TIERRA DE INTEMPERIE PARA UNIR CON LA MALLA DE TIERRA DE LOS EDIFICIOS.
  - EL CABLE NUNCA QUEDARA EMBUTIDO EN EL HORMIGON, EL PASO DE MUROS Y CIMENTACIONES SE HARA CON TUBO DE P.V.C. Ø50mm COMO MINIMO.
  - SE DEJARA UNA PUNTA DOBLE DE 1.50m MINIMO DESDE EL NIVEL DEL TERRENO EXPLANADO (-0.15), PARA LA CONEXION DE SOPORTES ESTRUCTURALES.

						CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3		
							TÍTULO RED DE TIERRAS SET TORRERO PRE 30/132 kV	ESCALA 1:250		
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN			PLANO Nº 342211406-3303-438	Nº HOJAS 01 de 01	REVISIÓN A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN					

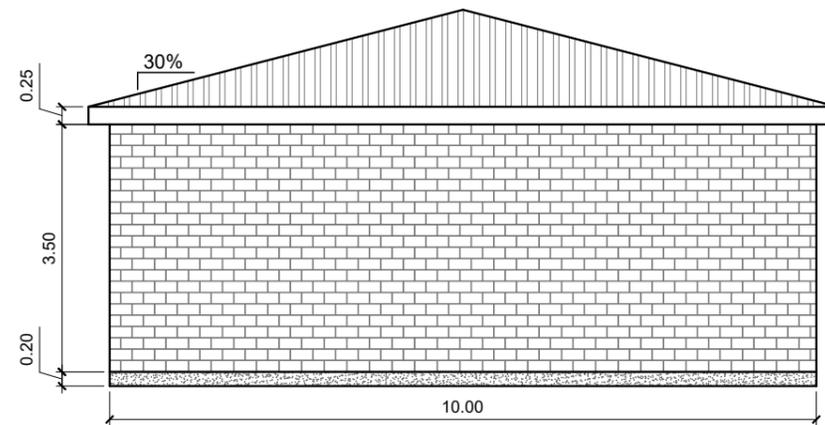
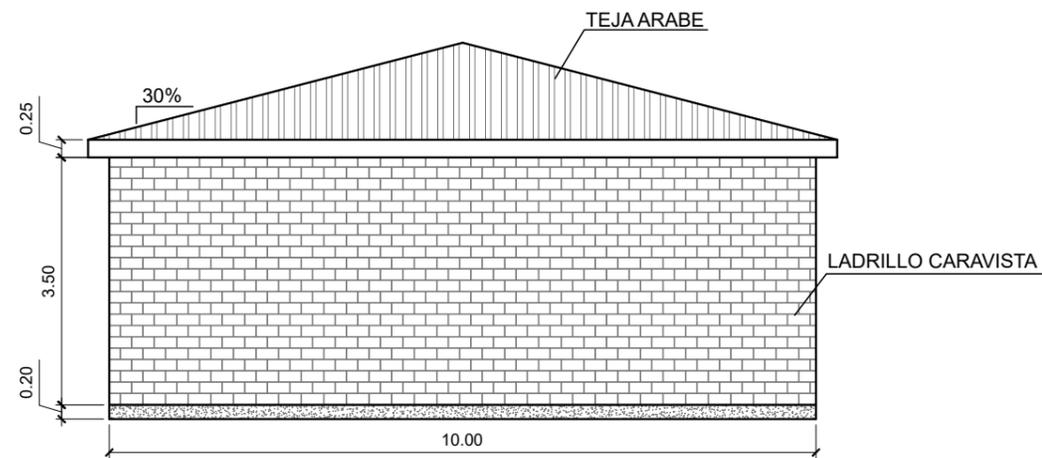
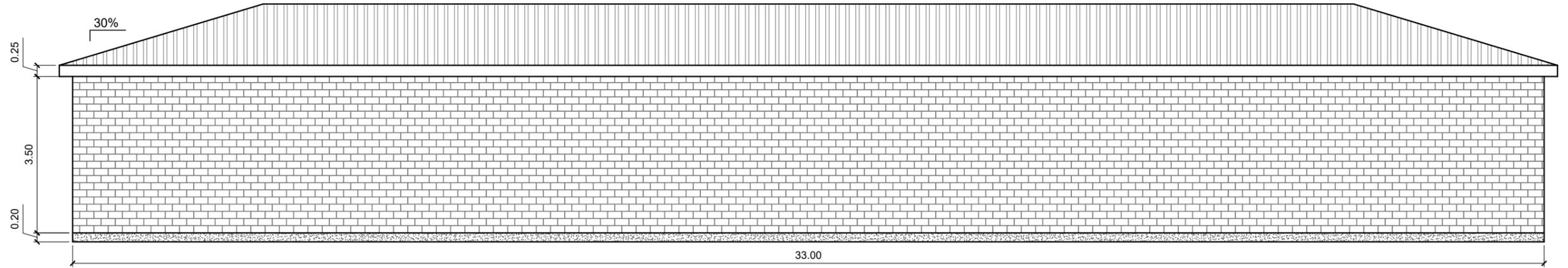
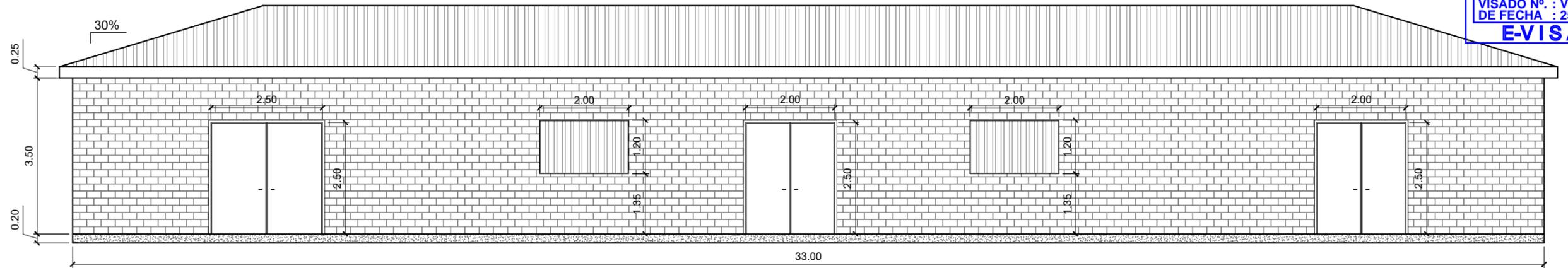
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FYMDJUSUJULQU5XT verificable en https://coliar.e-gestion.es



LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	CUADRO PRINCIPAL 400/230V DE CORRIENTE ALTERNA
2	1	CUADRO PRINCIPAL 125V DE CORRIENTE CONTINUA
3	1	ARMARIO 1 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
4	1	ARMARIO 2 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
6	1	CUADRO CONMUTACION TRAFO SSAA-GRUPO ELECTROGENO
7	1	CUADRO CLIMATIZACION EDIFICIO DE CONTROL
8	1	CUADRO ALUMBRADO EDIFICIO DE CONTROL
9	1	ARMARIO COMUNICACIONES
10	1	ARMARIO RACK SEGURIDAD SET
11	1	BASTIDOR DE CONTROL Y PROTECCION POSICION 132kV TRAFO-LINEA
12	1	REPARTIDOR DE F.O.
13	1	ARMARIO U.C.S.
14	1	CONTADORES MEDIDA GLOBAL PRINCIPAL Y REDUNDANTE
15	1	ARMARIO DE CONTROL DE ALARMAS

LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
A	1	CELDA 30kV PROTECCION TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES
B	1	CELDA 30kV PROTECCION DE LINEA CONEXION LINEA PARQUE FOTOVOLTAICO
C	1	CELDA 30kV PROTECCION TRANSFORMADOR DE POTENCIA CONEXION A TRAFO

					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3
								TÍTULO EDIFICIO DE CONTROL Y CELDAS SET SET TORRERO PRE 30/132 kV	ESCALA 1:100
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN				
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				
PLANO Nº 342211406-3303-439								Nº HOJAS 01 de 02	REVISIÓN A

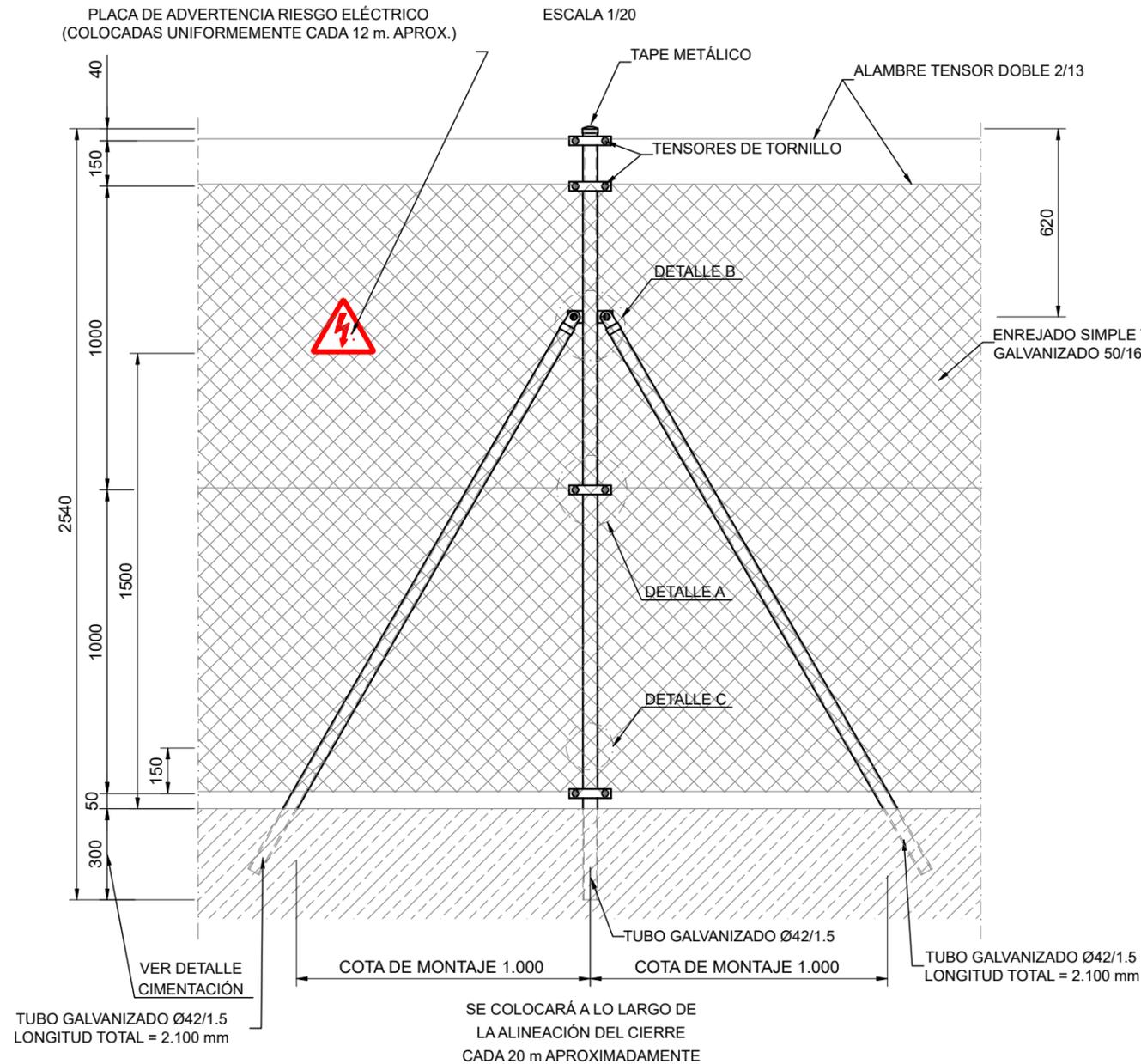


					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO	
								A3	
					PRIMERA EMISIÓN		TÍTULO EDIFICIO DE CONTROL Y CELDAS SET TORRERO PRE 30/132 kV	ESCALA	
								1:100	
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	DESCRIPCIÓN	(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	PLANO N.º	N.º HOJAS	REVISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO			342211406-3303-439	02 de 02	A

**ALZADO PRINCIPAL**

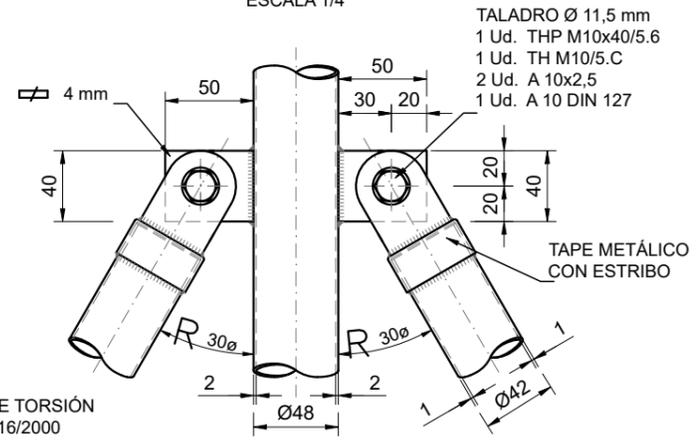
(POR EL EXTERIOR)

ESCALA 1/20



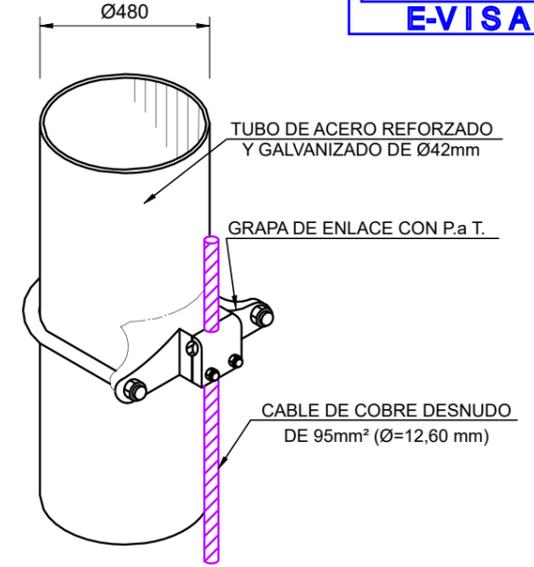
**DETALLE B**

ESCALA 1/4



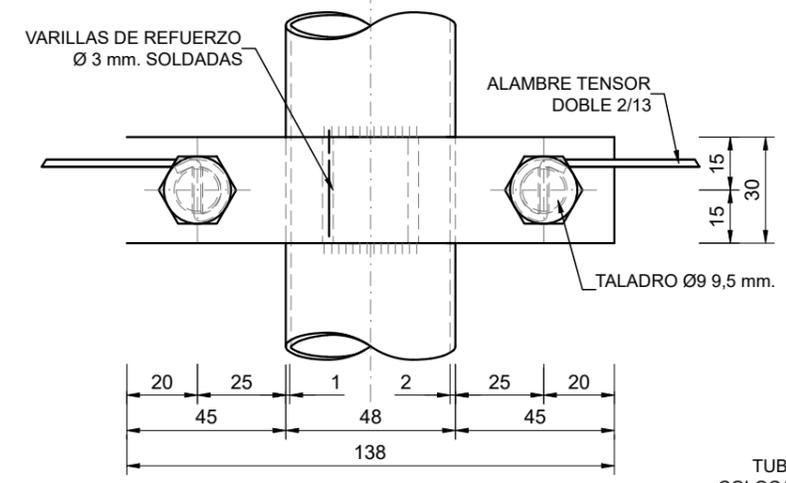
**DETALLE PUESTA A TIERRA**

ESCALA 1/2

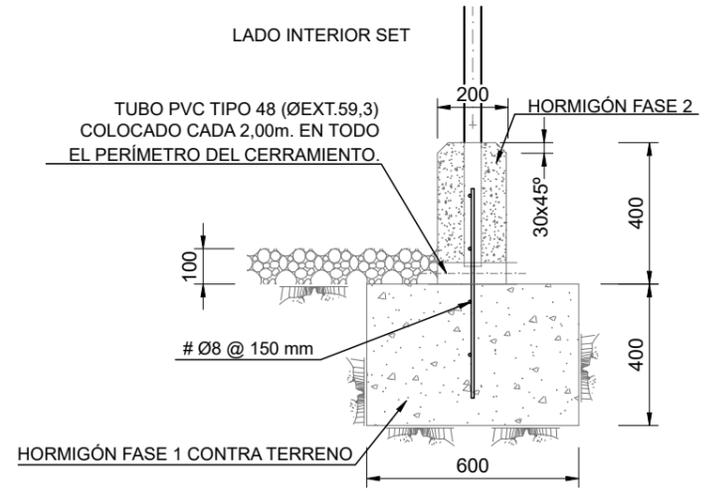


**DETALLE A**

ESCALA 1/2

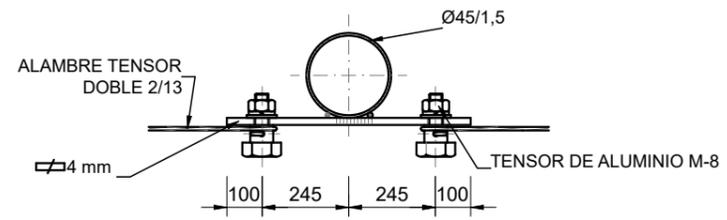


**DETALLE CIMENTACIÓN**

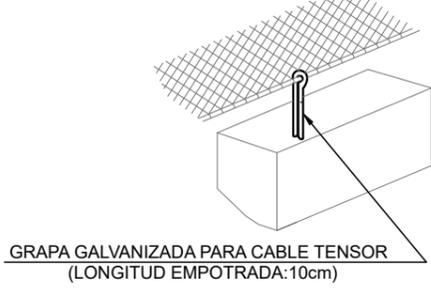


**DETALLE C**

ESCALA 1/4



**DETALLE D**



A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

SET TORRERO PRE Y LAAT

CLIENTE: monegros SOLAR

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)

AUTOR: inproin INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937

TÍTULO: CERRAMIENTO PERIMETRAL Y ACCESOS SET TORRERO PRE 30/132 kV

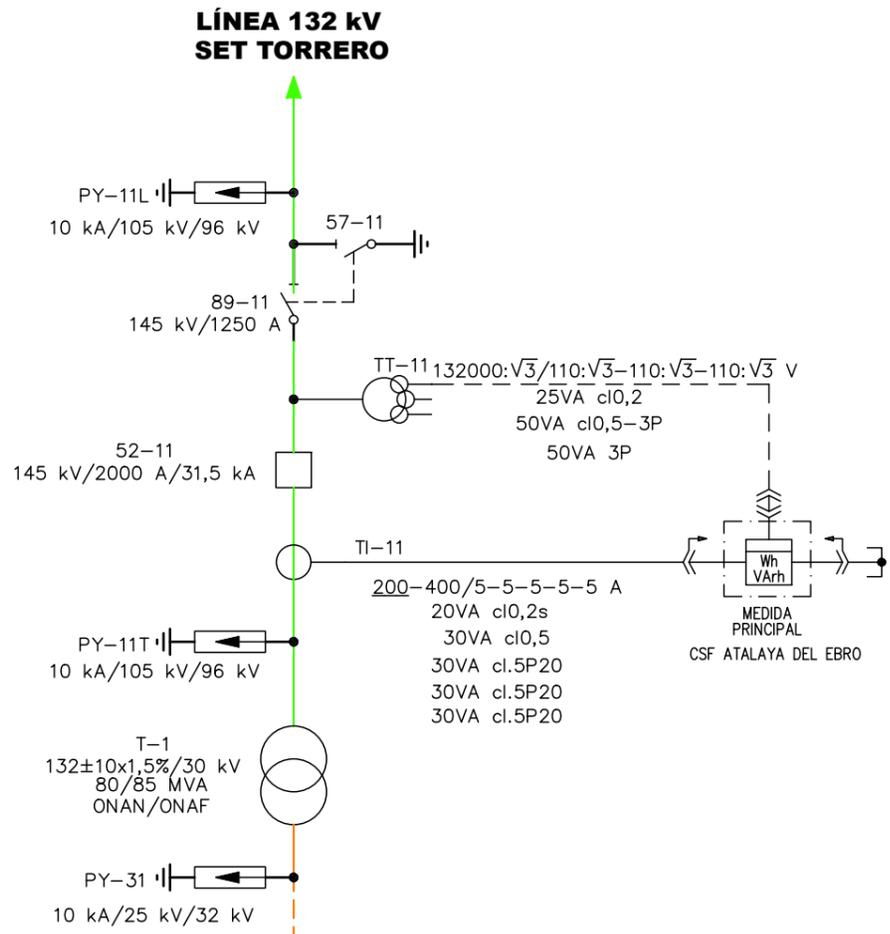
PLANO N.º: 342211406-3303-440

N.º HOJAS: 01 de 01

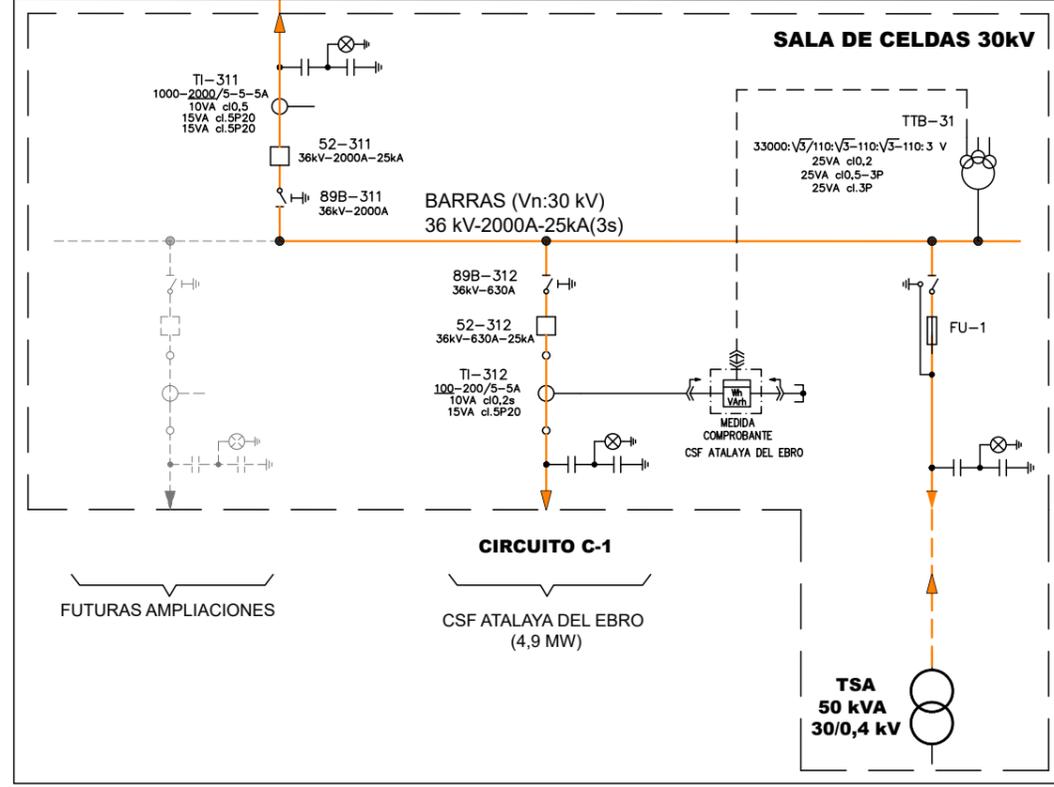
REVISIÓN: A

FORMATO: A3

ESCALA: INDICADAS



**EDIFICIO SET**



CODIFICACIÓN ELEMENTOS	
XX-XXX	Nº CIRCUITO (30 kV) Nº POSICIÓN NIVEL DE TENSIÓN CÓDIGO ELEMENTO
CÓDIGO ELEMENTOS	
52:	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.
89:	SECCIONADOR.
57:	SECCIONADOR PAT.
TI:	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD.
TT:	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN.
PY:	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA.
NIVEL DE TENSIÓN	
1:	132 kV.
3:	30 kV.
Nº DE POSICIÓN	
1:	TRAFO-LÍNEA.
<span style="color: green;">—</span> NIVEL DE TENSIÓN 132 kV <span style="color: orange;">—</span> NIVEL DE TENSIÓN 30 kV	

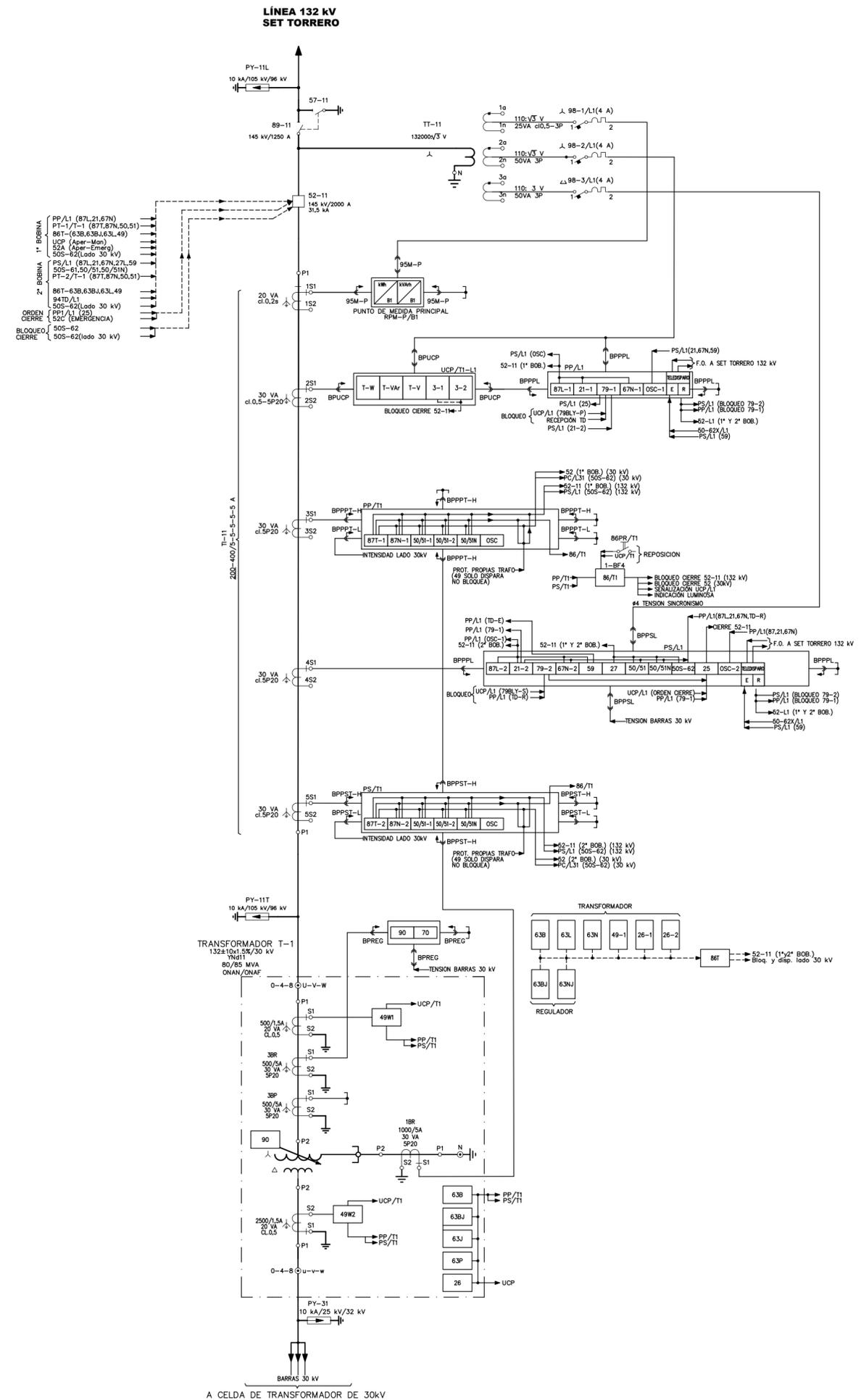
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO - 30kV	
- TENSIÓN NOMINAL DE LA RED	30 kV
- TENSION MÁXIMA EN SERVICIO	36 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO	170 kV
- RÉGIMEN DE NEUTRO	AISLADO

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO - 132kV	
- TENSIÓN DE SERVICIO	132 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL	145 kV
- TENSION SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO	650 kV cresta
- TENSION SOPORTADA FRECUENCIA INDUSTRIAL	275 kV eficaces
- RÉGIMEN DE NEUTRO	RÍGIDO A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL	2.000 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	31,5 kA
- DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
- TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERÍA 125 V c.c. ; 400/230 V c.a.

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**SET TORRERO PRE Y LAAT**

  INGENIERIA Y PROYECTOS	CLIENTE PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3
	TÍTULO ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SET TORRERO PRE 30/132 kV	ESCALA S/E
PLANO Nº 342211406-3303-441	Nº HOJAS 01 de 01	REVISIÓN A



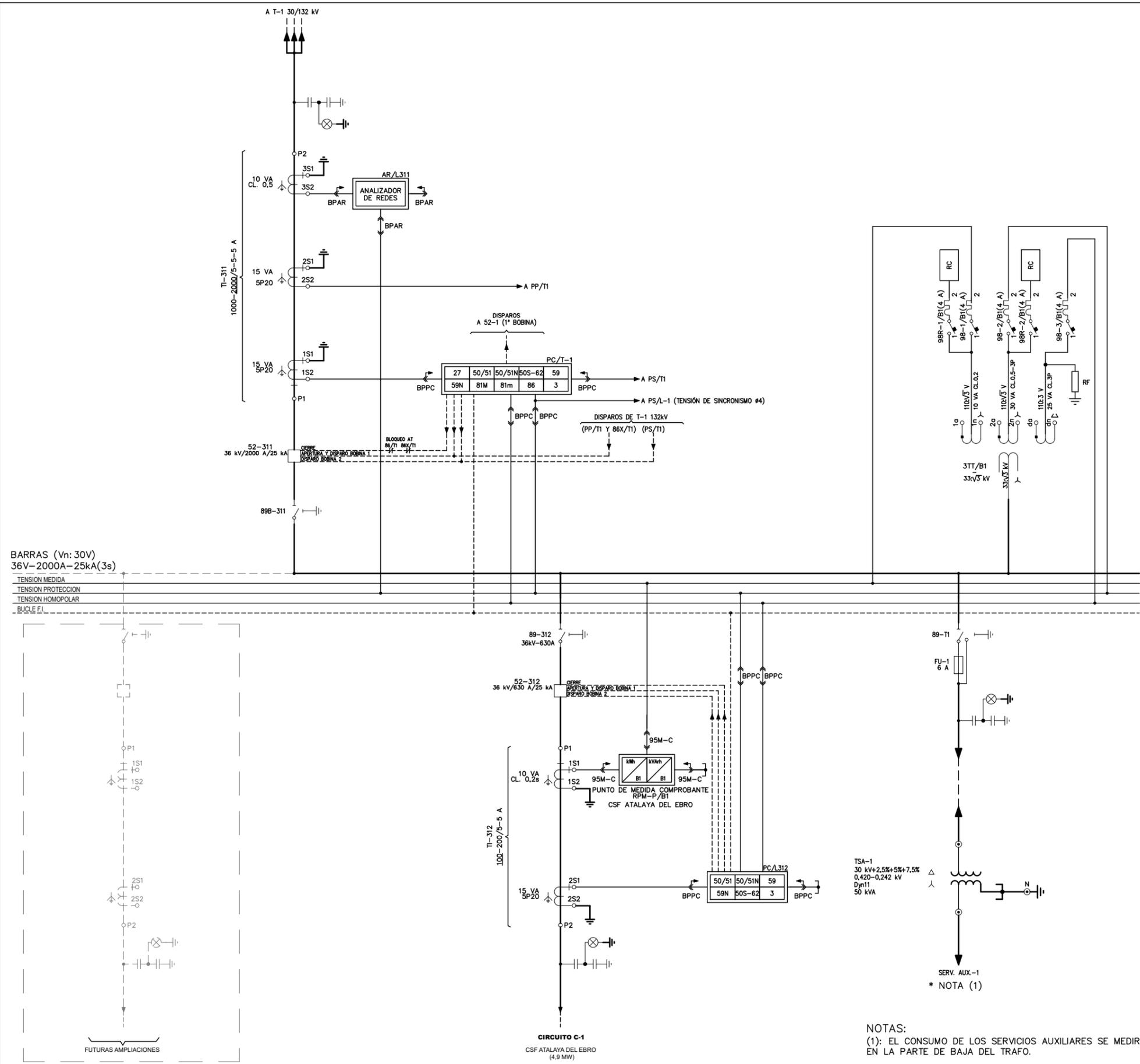
LEYENDA	
	SECCIONADOR CON PAT
	INTERRUPTOR TRIPOLAR
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
	PARARRAYOS CON CONTADOR DE DESCARGAS
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON REGULACION EN CARGA
	PUESTA A TIERRA
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA, TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD
	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO	
<b>SISTEMA 132 kV</b>	
TENSIÓN DE SERVICIO:	132 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	145 kV
TENSION SOPORTADA A IMPULSOS TIPO RAYO:	650 kV cresta
TENSION SOPORTADA FRECUENCIA INDUSTRIAL:	275 kV eficaces
RÉGIMEN DE NEUTRO:	RÍGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL:	2000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL:	31,5 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO:	1 s
<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES:	DOBLE BATERIA 125 Vcc, 400/230 Vca

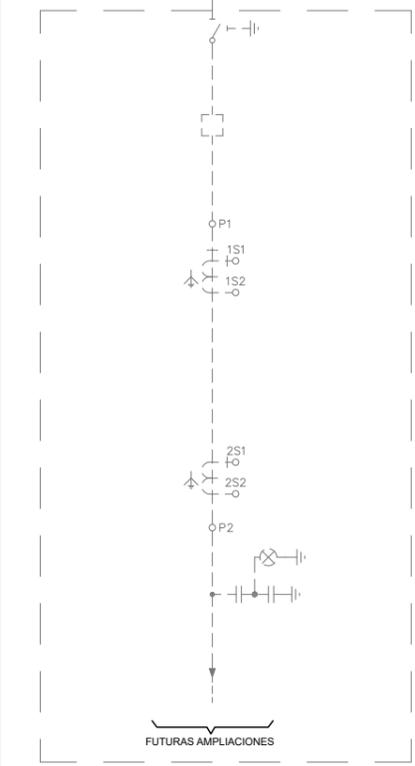
- NOTAS:**
- LOS EQUIPOS QUE PRECISAN COMUNICACION PARA GESTION Y SINCRONIZACION HORARIA (VIA GPS) SON: PP/L1 y PS/L1
  - SE ESTABLECE MEDIDA PRINCIPAL Y MEDIDA COMPROBANTE. LA MEDIDA PRINCIPAL EN EL NIVEL DE 132 kV DE ENLACE AL PUNTO DE CONEXION EN SE TORRERO 132 kV. LA MEDIDA COMPROBANTE EN EL NIVEL DE 30 kV
  - SE ESTABLECE DOBLE SISTEMA DE PROTECCION: (LINEA Y TRANSFORMADOR)  
 PP/L1: PROTECCION PRIMARIA DE LINEA (87L-1)  
 PS/L1: PROTECCION SECUNDARIA DE LINEA (87L-2)  
 PP/T1: PROTECCION PRIMARIA DE TRANSFORMADOR (87T-1)  
 PS/T1: PROTECCION SECUNDARIA DE TRANSFORMADOR (87T-2)

LEYENDA DE FUNCIONES DE PROTECCION					
3	SUPERVISION DE BOBINA	63NT	NIVEL MAGNETICO - TRANSFORMADOR	p	POTENCIA ACTIVA (Telemedida)
21	PROTECCION DE DISTANCIA	63NR	NIVEL MAGNETICO - REGULADOR	Q	POTENCIA REACTIVA (Telemedida)
25	COMPROBACION DE SINCRONISMO	64	SOBRETENSION DE TIERRA	COsp	FACTOR DE POTENCIA (Telemedida)
26	TEMPERATURA ACEITE	67	DIRECCIONAL DE FASES	f	FRECUENCIA (Telemedida)
26PT	TEMPERATURA ACEITE - SONDA PT	67N	DIRECCIONAL DE NEUTRO	MANDO	MANDO
27	SUBTENSION DE FASES	79	REENGANCHADOR	W	ENERGIA ACTIVA
49	IMAGEN TERMICA	81	FRECUENCIA	varh	ENERGIA REACTIVA
49PT	IMAGEN TERMICA - SONDA PT	86FI	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR	MODEM	EQUIPO DE COMUNICACIONES
50	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES	86T	DISPARO - ENCLAVAMIENTO TRANSFORMADOR	I	INTENSIDAD (Telemedida)
50N	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO	86B	DISPARO - ENCLAVAMIENTO BARRAS	U	TENSION (Telemedida)
51	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES	87	PROTECCION DIFERENCIAL		
51N	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO	90	REGULACION DE TENSION		
59	SOBREINTENSIDAD DE FASES	94	RELE DE DISPARO (TELEDISPARO)		
59N	SOBREINTENSION DE NEUTRO	95P	BLOQUE DE PRUEBAS		
63B	BUCHHOLZ	98	MAGNETOTERMICO		
63BJ	BUCHHOLZ JANSEN	86PR	PULSADOR X		
63L	LIBERADOR DE PRESION	UCP	UNIDAD DE CONTROL DE POSICION		
63LT	LIBERADOR DE PRESION - TRANSFORMADOR	PXX	PROTECCION X		
63LR	LIBERADOR DE PRESION - REGULADOR	OSC	OSCILOGRAFIA		
63N	NIVEL MAGNETICO	LOC	LOCALIZADOR DE FALTAS		

A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	PRIMERA EMISION	
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	
CLIENTE					PROYECTO	FORMATO
					PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	A2
					AUTOR	ESCALA
					inproin	S/E
					INGENIERIA Y PROYECTOS	REVISIÓN
					JOSÉ LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado nº 0001937	Nº Hojas
					342211406-3303-442	01 de 02
						A



BARRAS (Vn: 30V)  
 36V-2000A-25kA(3s)  
 TENSION MEDIDA  
 TENSION PROTECCION  
 TENSION HOMOPOLAR  
 BUCLE F.L.



**CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO**

SISTEMA 30 kV	
TENSIÓN DE SERVICIO:	30 kV
TENSIÓN MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL:	36 kV
TENSIÓN SOPORTADA A FRECUENCIA INDUSTRIAL :	70 kV
TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSO TIPO RAYO :	170 kV
RÉGIMEN DE NEUTRO:	AISLADO
INTENSIDAD NOMINAL	2000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
SERVICIOS AUXILIARES	
TENSIÓN DE CIRCUITOS AUXILIARES	125 Vcc; 400/230 Vca

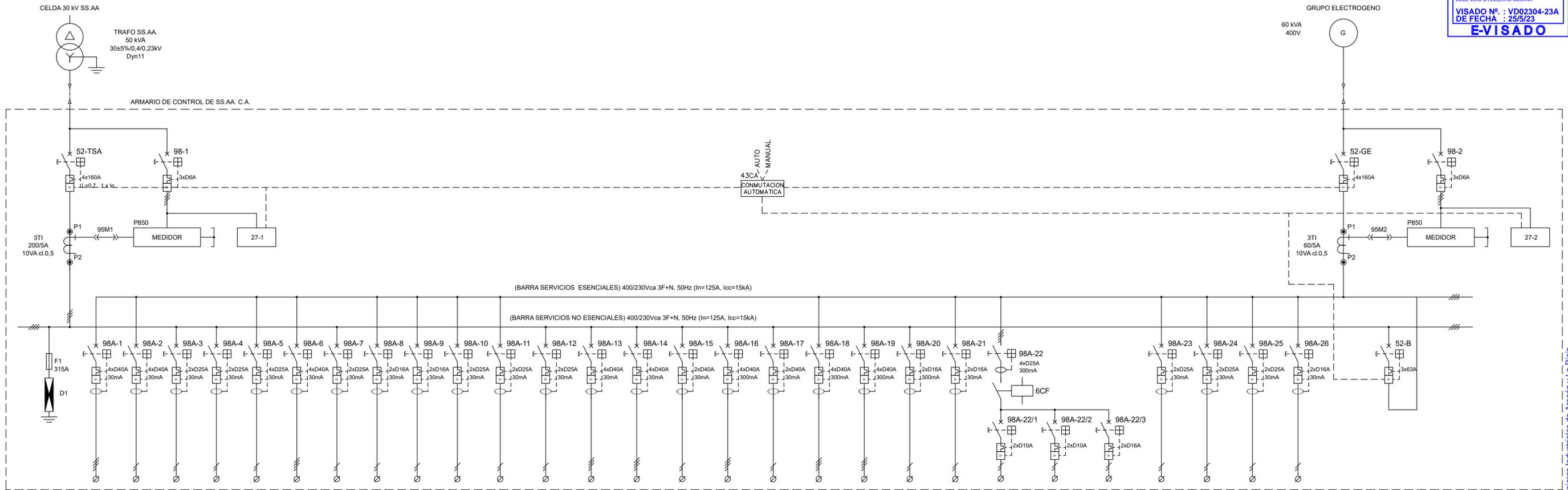
**LEYENDA DE FUNCIONES DE PROTECCION**

25	COMPROBACIÓN DE SINCRONISMO	86PR	PULSADOR X
27	SUBTENSION DE FASES	UCP	UNIDAD DE CONTROL DE POSICION
50	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES	PXX	PROTECCION X
50N	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO	OSC	OSCILOGRAFIA
51	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES	LOC	LOCALIZADOR DE FALTAS
51N	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO	I	INTENSIDAD (Telemedida)
50S-62	FALLO INTERRUPTOR	U	TENSIÓN (Telemedida)
59	SOBREINTENSIDAD DE FASES	P	POTENCIA ACTIVA (Telemedida)
59N	SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO	Q	POTENCIA REACTIVA (Telemedida)
64	SOBREINTENSIDAD DE TIERRA	COSp	FACTOR DE POTENCIA (Telemedida)
67	DIRECCIONAL DE FASES	f	FRECUENCIA (Telemedida)
67N	DIRECCIONAL DE NEUTRO	MANDO	MANDO
79	REENGANCHADOR	Wh	ENERGIA ACTIVA
81	FRECUENCIA	Varh	ENERGIA REACTIVA
86FI	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR	MODEM	EQUIPO DE COMUNICACIONES
86T	DISPARO - ENCLAVAMIENTO TRANSFORMADOR	50S-62X	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR
86B	DISPARO - ENCLAVAMIENTO BARRAS		
87	PROTECCION DIFERENCIAL		
90	REGULACIÓN DE TENSION		
94	RELE DE DISPARO (TELEDISPARO)		
95P	BLOQUE DE PRUEBAS		
98	MAGNETOTERMICO		

NOTAS:  
 (1): EL CONSUMO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES SE MEDIRÁN EN LA PARTE DE BAJA DEL TRAFÓ.

						CLIENTE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO
							TÍTULO: ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIÓN Y MEDIDA SET TORRERO PRE 30/132 kV. CELDAS 30 kV	
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN		PLANO N.º	N.º HOJAS
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN		342211406-3303-442	02 de 02
							REVISIÓN	A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada n.º RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSJULQU5XT verificable en https://coliar.e-gestion.es



NUMERO	52-TSA	98A-1	98A-2	98A-3	98A-4	98A-5	98A-6	98A-7	98A-8	98A-9	98A-10	98A-11	98A-12	98A-13	98A-14	98A-15	98A-16	98A-17	98A-18	98A-19	98A-20	98A-21	98A-22/1	98A-22/2	98A-22/3	98A-23	98A-24	98A-25	98A-26	52-GE	52-B
FUNCION	ACOMETIDA TSA	RECTIFICADOR BATERIA 1 125Vcc	RESERVA	ARMARIO CONTROL Y PROT. 132kV. Pos. Traf. 1	ARMARIO CONTROL Y PROT. 132kV. Pos. Traf. 2	CELDAS MT	RECTIFICADOR BATERIA 2 125Vcc	ARMARIO UCS	RESERVA	RESERVA	DETECCION INTRUSOS	DETECCION INCENDIOS	FUERZA ALMACEN	FUERZA 1 SALA CONTROL	FUERZA SALA CELDAS MT	RESERVA	CALEFACCION 1 PARQUE	CALEFACCION 2 PARQUE	REFRIG. TRANSFORM.	ALUMBRADO ALMACEN	RESERVA	RESERVA	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO PARQUE	ALUMBRADO ENTRADA	ALUMBRADO SALA CONTROL	ALUMBRADO SALA CELDAS MT	ALUMBRADO EDIFICIO EXTERIOR	ALUMBRADO EMERGENCIAS	ACOMETIDA GE	INTERCONEXION BARRAS
CONSUMO (VA)	--	3750	--	720	720	960	3760	720	--	--	500	1880	3300	4000	3300	--	3300	3200	8000	1130	--	--	700	700	1600	670	620	700	220	20000	20000
SECCION BORNES	--	35	6	6	6	16	36	6	6	6	6	6	16	16	16	--	16	16	16	6	4	4	4	4	6	6	6	4	--	--	
SECCION CABLES	4(1x95)	5G25	--	3G6	3G6	5G6	5G25	3G6	--	--	3G6	3G6	5G16	3G16	5G16	--	5G16	3G16	4x16	3G6	--	--	2x2.5	2x2.5	2x6	3G6	3G6	3G6	3G2.5	4(1x95)	--

**NOTAS**

- TODOS LOS DATOS ELECTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
- LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRAN UNA VEZ ESTEN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASI COMO LA SECCION A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

**PLANOS DE REFERENCIA**

- 342211406-3303-441 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACION.
- 342211406-3303-442 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCION Y MEDIDA.
- 342211406-3303-444 ESQUEMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES DE C.C.

**LEYENDA**

	INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO		INTERRUPTOR DE CAJA MOLDEADA
	RELÉ DE MINIMA TENSION		FUSIBLE
	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD		DESCARGADOR SOBRETENSIONES
	CONTACTOR		

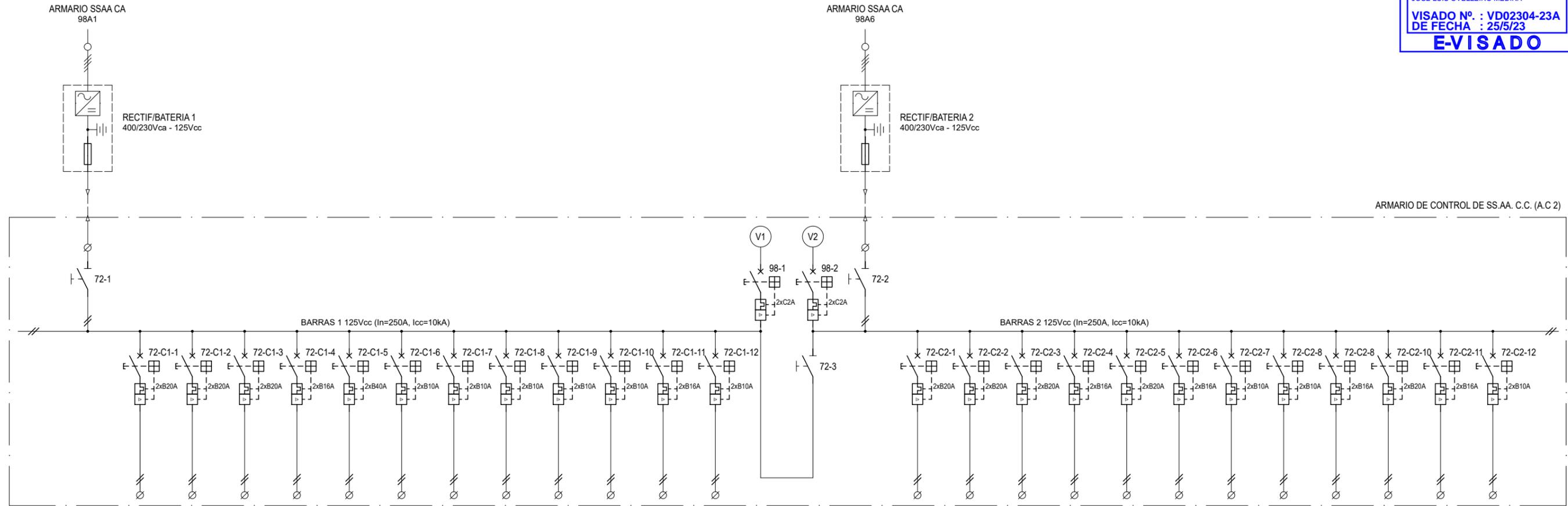
REVISION	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCION
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.	PRIMERA EMISION
					DESCRIPCION

CLIENTE	PROYECTO	FORMATO
SET TORRERO PRE Y LAAT	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	A2
	AUTOR	ESCALA
	ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA SET TORRERO PRE 30/132 kV	S/E
	PLANO Nº	REVISION
	342211406-3303-443	A
	Nº HOJAS	
	01 de 01	

**monegros SOLAR**

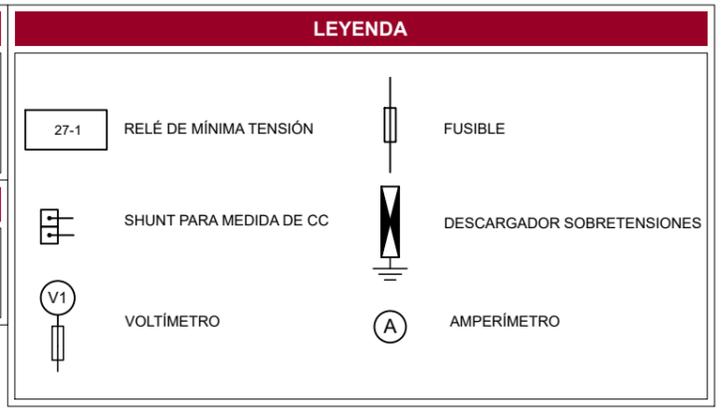
**inproin**  
INGENIERIA Y PROYECTOS

INGENIERO DE LA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
 JOSE LUIS ÓVILLERO MEDINA  
 Colegiado nº 1.937

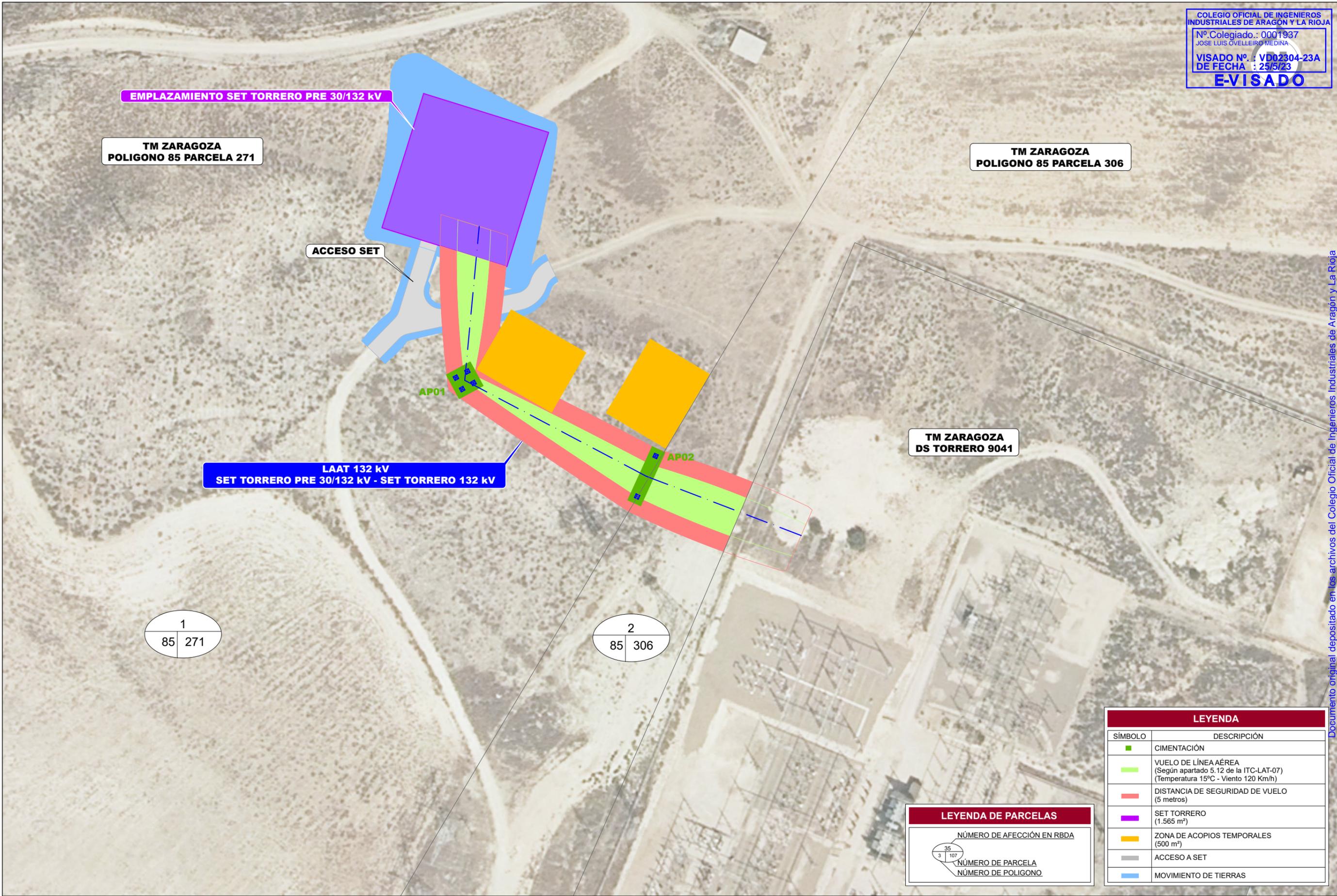


NUMERO	72-1	72-C1-1	72-C1-2	72-C1-3	72-C1-4	72-C1-5	72-C1-6	72-C1-7	72-C1-8	72-C1-9	72-C1-10	72-C1-11	72-C1-12	72-3	72-2	72-C2-1	72-C2-2	72-C2-3	72-C2-4	72-C2-5	72-C2-6	72-C2-7	72-C2-8	72-C2-9	72-C2-10	72-C2-11	72-C2-12
FUNCION	ACOMETIDA 1	MANDO Y PROT. 132kV LINEA. 1ª BAT	MANDO Y PROT. 132kV T1. 1ª BAT	FUERZA 1 CELDAS MT	CONTROL 1 CELDAS MT	FUERZA 132kV	RESERVA	ARMARIO UCS. 1	COMUNICACIONES	CONMUTACIÓN RED GRUPO	ARMARIO CONTADORES	RESERVA	RESERVA	UNIÓN DE BARRAS 125Vcc	ACOMETIDA 2	MANDO Y PROT. 132kV LINEA. 2ª BAT	MANDO Y PROT. 132kV T1. 2ª BAT	FUERZA 2 CELDAS MT	CONTROL 2 CELDAS MT	FUERZA 132 kV	ARMARIO UCS. 2	RESERVA	CONTROL CPCA Y CPCC	PANEL DE CONTROL	RESERVA	RESERVA	RESERVA
INTENSIDAD (A)	--	215	215	500	100	500	--	282	100	9	200	--	--	--	--	215	215	500	100	500	282	--	26.5	140	--	--	--
SECCION BORNES	35	4	4	6	4	16	4	4	4	4	4	4	4	--	35	4	4	6	4	16	4	4	4	4	4	4	4
SECCION CABLES	2x25	2x4	2x4	2x6	2x4	2x16	--	2x4	2x4	2x4	2x4	--	--	--	2x25	2x4	2x4	2x6	2x4	2x16	2x4	--	2x4	2x4	--	--	--

- NOTAS**
- TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
  - LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.
- PLANOS DE REFERENCIA**
- 342211406-3303-441 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
  - 342211406-3303-442 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
  - 342211406-3303-443 ESQUEMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES DE CA.



					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO	FORMATO
							ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA SET TORRERO PRE 30/132 kV	Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	A3
							AUTOR	TÍTULO	ESCALA
							AL SERVICIO DE LA EMPRESA: JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA SET TORRERO PRE 30/132 kV	S/E
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A	J.L.O.			PRIMERA EMISIÓN	PLANO Nº	Nº HOJAS
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	342211406-3303-444	01 de 01	A	



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CIMENTACIÓN
	VUELO DE LÍNEA AÉREA (Según apartado 5.12 de la ITC-LAT-07) (Temperatura 15°C - Viento 120 Km/h)
	DISTANCIA DE SEGURIDAD DE VUELO (5 metros)
	SET TORRERO (1.565 m <sup>2</sup> )
	ZONA DE ACOPIOS TEMPORALES (500 m <sup>2</sup> )
	ACCESO A SET
	MOVIMIENTO DE TIERRAS

LEYENDA DE PARCELAS	
	NÚMERO DE AFECCIÓN EN RBDA
	NÚMERO DE PARCELA
	NÚMERO DE POLIGONO

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**SET TORRERO PRE Y LAAT**

INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO

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

TÍTULO

CATASTRO

PROYECTO

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)

FORMATO

A3

PLANO Nº	342211406-3303-450	Nº HOJAS	01 de 01	REVISIÓN	A
AUTOR	CATASTRO		ESCALA 1:1.000		

Apoyo 1

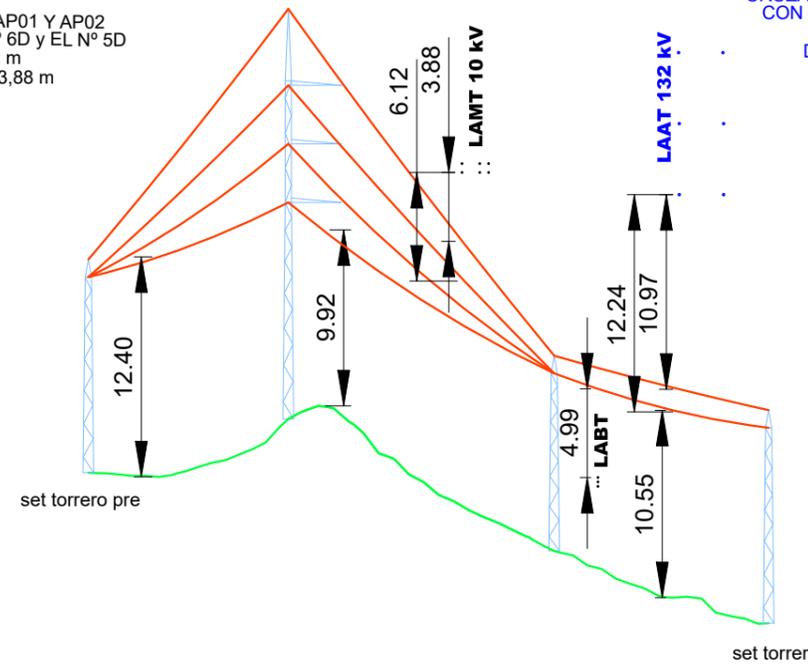
Datum ETRS89, Huso 30
UTM X 678735
UTM Y 4607488

Apoyo 2

Datum ETRS89, Huso 30
UTM X 678788
UTM Y 4607460

**LAMT 10 kV EDISTRIBUCIÓN**  
 CRUZAMIENTO ENTRE LOS APOYOS AP01 Y AP02  
 CON LAAT 10 kV PROXIMIDAD APOYO N.º 6D y EL N.º 5D  
 $Dvff = 3 + 1,40 = 4,40 < 6,12$  m  
 $Dvft = Dadd+Del = 1,5+1,2 = 2,7 < 3,88$  m  
 $Dh = 17,54 < 4$  m

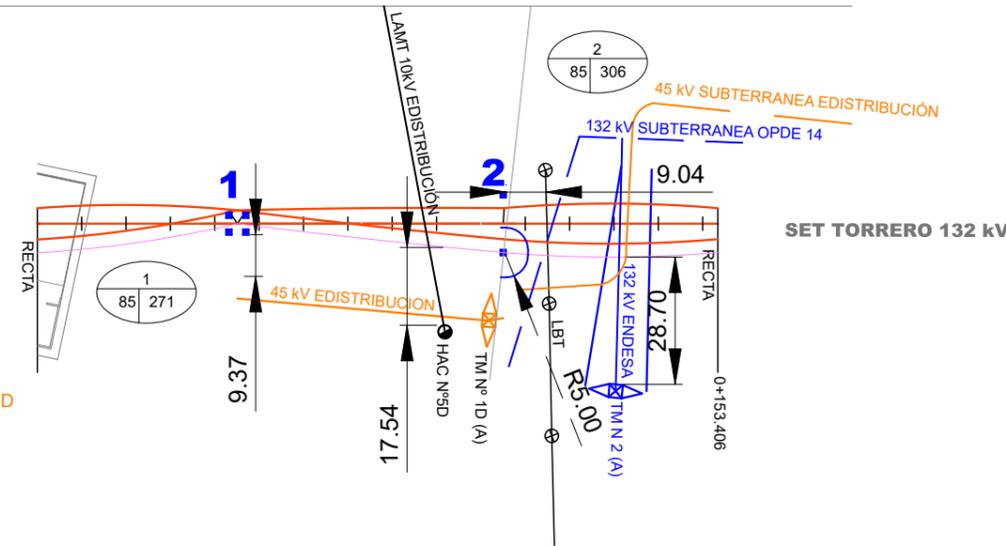
**LAAT 132 kV EDISTRIBUCIÓN**  
 CRUZAMIENTO ENTRE LOS APOYOS AP02 Y PÓRTICO  
 CON LAAT 132 kV ENTRE EL APOYO N.º 2 Y EL N.º 3  
 $Dvff = 3 + 1,40 = 4,40 < 12,24$  m  
 $Dvft = Dadd+Del = 1,5+1,2 = 2,7 < 10,97$  m  
 $Dh = 28,70 < 4$  m



**LABT EDISTRIBUCIÓN**  
 CRUZAMIENTO ENTRE LOS APOYOS AP02 Y PÓRTICO  
 CON LABT POSTES DE MADERA CABLES DESNUDOS  
 $Dvff = 3 + 1,40 = 4,40 < 5,24$  m  
 $Dh = 9,40 < 4$  m

Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	PÓRTICO SET	1	2	PÓRTICO SET
Cota Terreno (m)	262.99	265.00	257.57	254.49
Distancia Parcial (m)	0.00	45.09	59.94	48.38
Distancia Origen (m)	0.00	45.09	105.03	153.41
Función de Apoyo	PÓRTICO	FL	FL	PÓRTICO
Serie Apoyo		CO-27000-12-BANDERA	Pórtico-27000-10	
Armado (m)		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,5/a=3/h=1,0	
Altura Útil Cruceta Inferior (m)		12,2	10	
Tipo de cimentación		Tetrabloque	Monobloque	
Datos Cimentación (m)		a=1,8/h=0,5/H=3,5/b=1,2	a=1,2/h=0,5/H=3,5	

**LAAT 45 kV EDISTRIBUCIÓN**  
 PARALELISMO ENTRE LOS APOYOS AP01 Y AP02  
 CON LAAT 45 kV ENTRE EL APOYO N.º 2D Y EL N.º 1D  
 $Dh = 9,37 < 4$  m



**LEYENDA DE PARCELAS**

NUMERO DE AFECCION EN RBDA
NUMERO DE PARCELA
NUMERO DE POLIGONO

Nota: Posiciones de los cruzamientos estimadas.

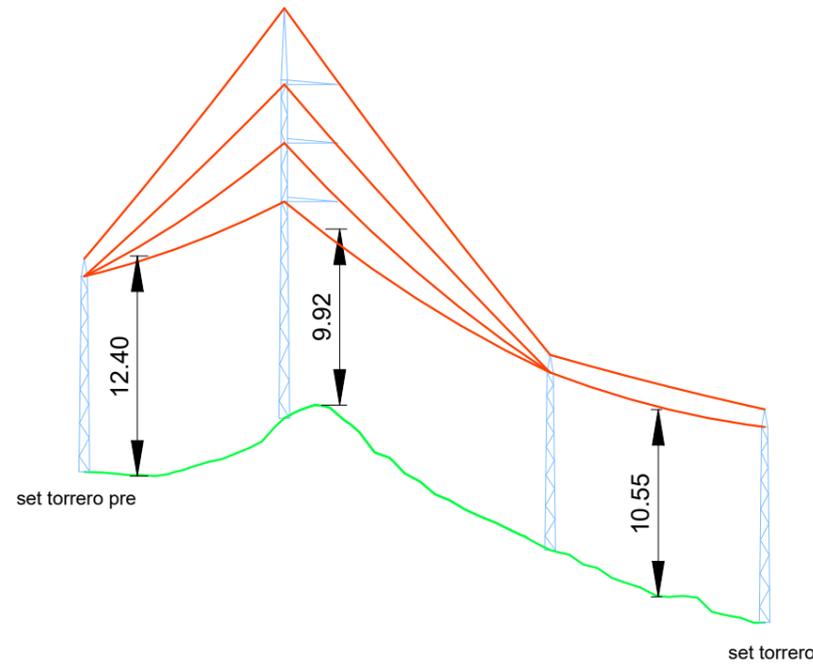
					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b> 	CLIENTE PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO ---	
						AUTOR:		TÍTULO: PLANTA PERFIL	ESCALA: S/E
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN	PLANO N.º: 342211406-3303-451		N.º HOJAS: 01 de 01	REVISIÓN: A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	INGENIERIA Y PROYECTOS		JOSÉ LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	

Apoyo 1

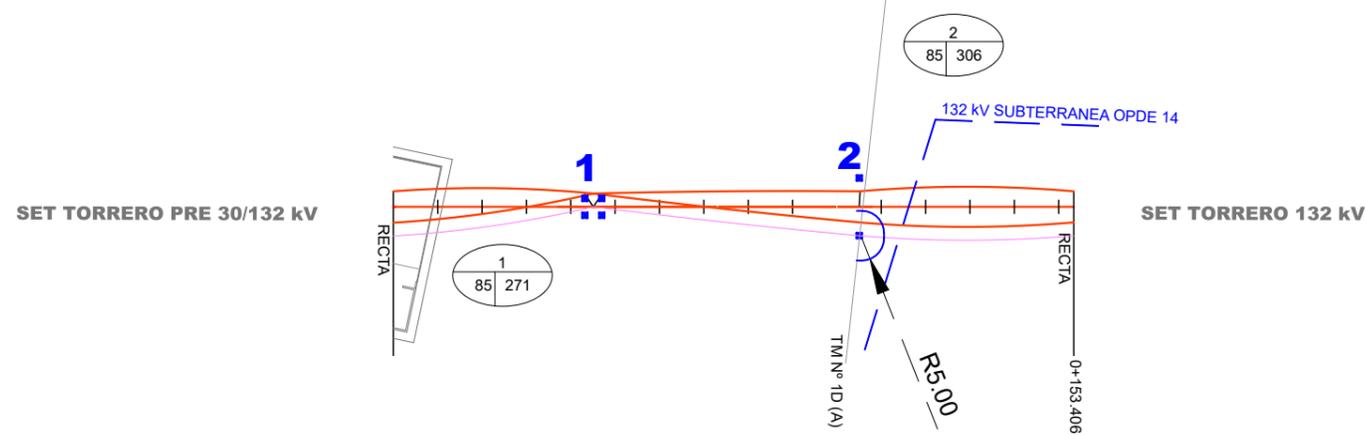
Datum ETRS89, Huso 30
UTM X   678735
UTM Y   4607488

Apoyo 2

Datum ETRS89, Huso 30
UTM X   678788
UTM Y   4607460



Nº Apoyos / Longitud Vanos (m)	PÓRTICO SET	1	59.94	2	PÓRTICO SET
Cota Terreno (m)	262.99	265.00		257.57	254.49
Distancia Parcial (m)	0.00	45.09		59.94	48.38
Distancia Origen (m)	0.00	45.09		105,03	153.41
Función de Apoyo	PÓRTICO	FL		FL	PÓRTICO
Serie Apoyo		CO-27000-12-BANDERA		Pórtico-27000-10	
Armado (m)		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3		b=3,5/a=3/h=1,0	
Altura Útil Cruceta Inferior (m)		12,2		10	
Tipo de cimentación		Tetrabloque		Monobloque	
Datos Cimentación (m)		a=1,8/h=0,5/H=3,5/b=1,2		a=1,2/h=0,5/H=3,5	



LEYENDA DE PARCELAS	
35	NUMERO DE AFECCION EN RBDA
3   107	NUMERO DE PARCELA
	NUMERO DE POLIGONO

Nota: Posiciones de los cruzamientos estimadas.

					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b> 	CLIENTE 		PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO ----
						AUTOR 		TÍTULO PLANTA PERFIL Planta Solar OPDE 14, S.L.		ESCALA S/E
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN DESCRIPCIÓN		PLANO Nº 342211406-3303-451		Nº HOJAS 02 de 03	REVISIÓN A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO						

Apoyo 1

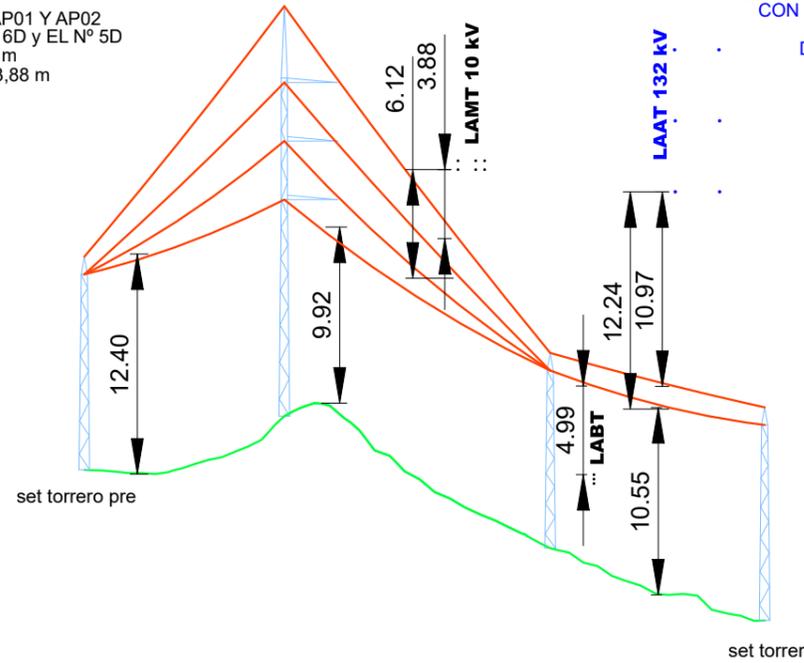
Datum ETRS89, Huso 30
UTM X 678735
UTM Y 4607488

Apoyo 2

Datum ETRS89, Huso 30
UTM X 678788
UTM Y 4607460

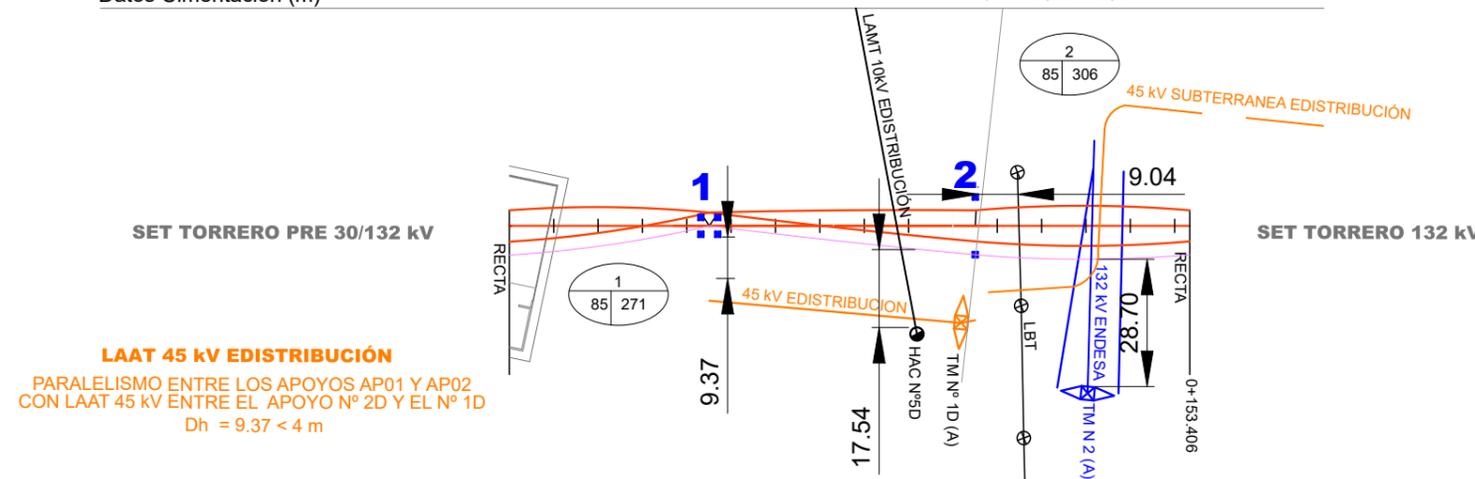
**LAMT 10 kV EDISTRIBUCIÓN**  
 CRUZAMIENTO ENTRE LOS APOYOS AP01 Y AP02  
 CON LAAT 10 kV PROXIMIDAD APOYO N.º 6D Y EL N.º 5D  
 $Dvff = 3 + 1,40 = 4,40 < 6,12 \text{ m}$   
 $Dvft = Dadd+Del = 1,5+1,2 = 2,7 < 3,88 \text{ m}$   
 $Dh = 17,54 < 4 \text{ m}$

**LAAT 132 kV EDISTRIBUCIÓN**  
 CRUZAMIENTO ENTRE LOS APOYOS AP02 Y PÓRTICO  
 CON LAAT 132 kV ENTRE EL APOYO N.º 2 Y EL N.º 3  
 $Dvff = 3 + 1,40 = 4,40 < 12,24 \text{ m}$   
 $Dvft = Dadd+Del = 1,5+1,2 = 2,7 < 10,97 \text{ m}$   
 $Dh = 28,70 < 4 \text{ m}$



**LABT EDISTRIBUCIÓN**  
 CRUZAMIENTO ENTRE LOS APOYOS AP02 Y PÓRTICO  
 CON LABT POSTES DE MADERA CABLES DESNUDOS  
 $Dvff = 3 + 1,40 = 4,40 < 5,24 \text{ m}$   
 $Dh = 9,40 < 4 \text{ m}$

N.º Apoyos / Longitud Vanos (m)	PÓRTICO SET	1	2	PÓRTICO SET
Cota Terreno (m)	262.99	265.00	257.57	254.49
Distancia Parcial (m)	0.00	45.09	59.94	48.38
Distancia Origen (m)	0.00	45.09	105,03	153.41
Función de Apoyo	PÓRTICO	FL	FL	PÓRTICO
Serie Apoyo		CO-27000-12-BANDERA	Pórtico-27000-10	
Armado (m)		b=3,3/a=3/c=3/h=4,3	b=3,5/a=3/h=1,0	
Altura Útil Cruceta Inferior (m)		12,2	10	
Tipo de cimentación		Tetrabloque	Monobloque	
Datos Cimentación (m)		a=1,8/h=0,5/H=3,5/b=1,2	a=1,2/h=0,5/H=3,5	



**LAAT 45 kV EDISTRIBUCIÓN**  
 PARALELISMO ENTRE LOS APOYOS AP01 Y AP02  
 CON LAAT 45 kV ENTRE EL APOYO N.º 2D Y EL N.º 1D  
 $Dh = 9.37 < 4 \text{ m}$

**LEYENDA DE PARCELAS**

NUMERO DE AFECCION EN RBDA
NUMERO DE PARCELA
NUMERO DE POLIGONO

Nota: Posiciones de los cruzamientos estimadas.

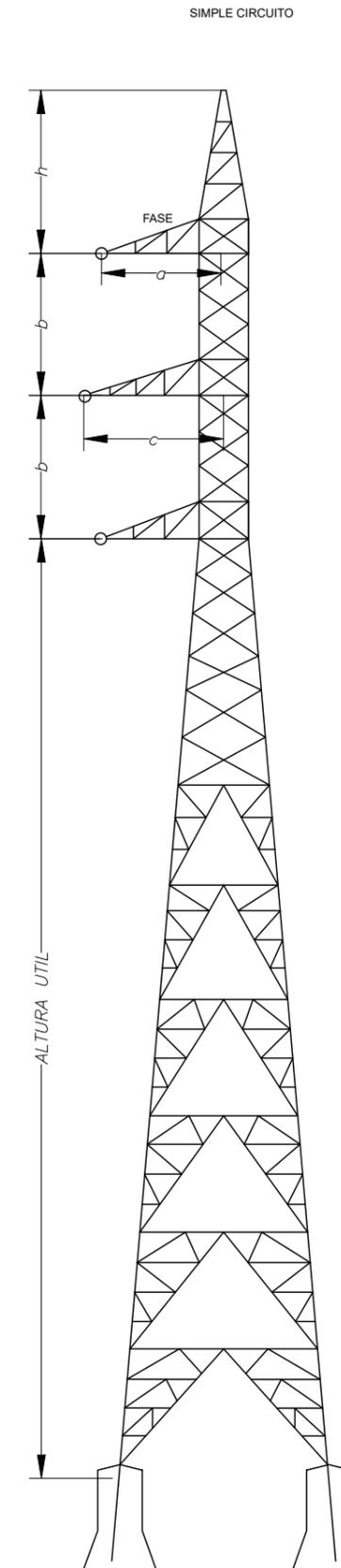
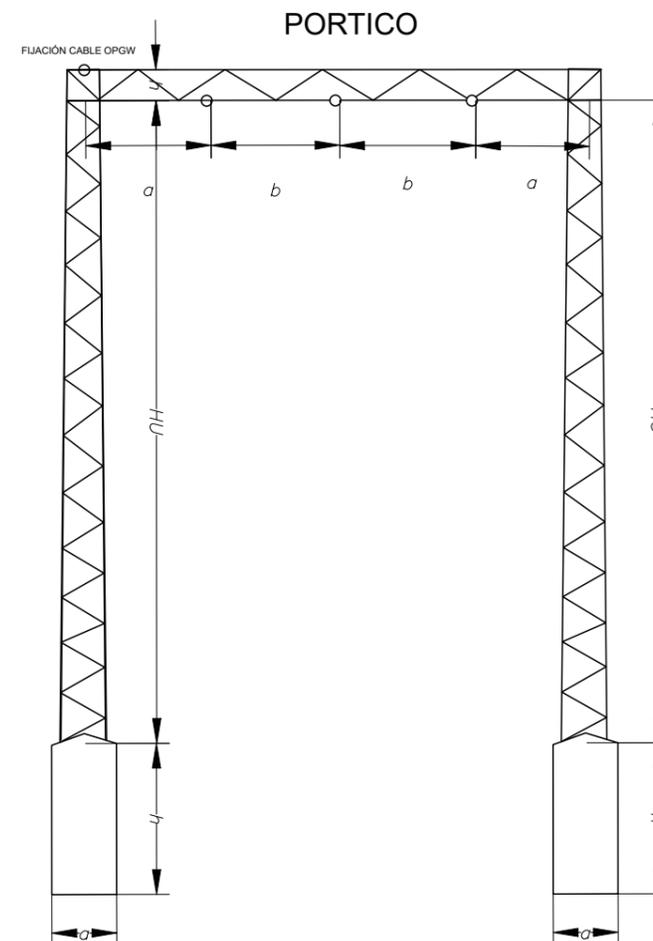
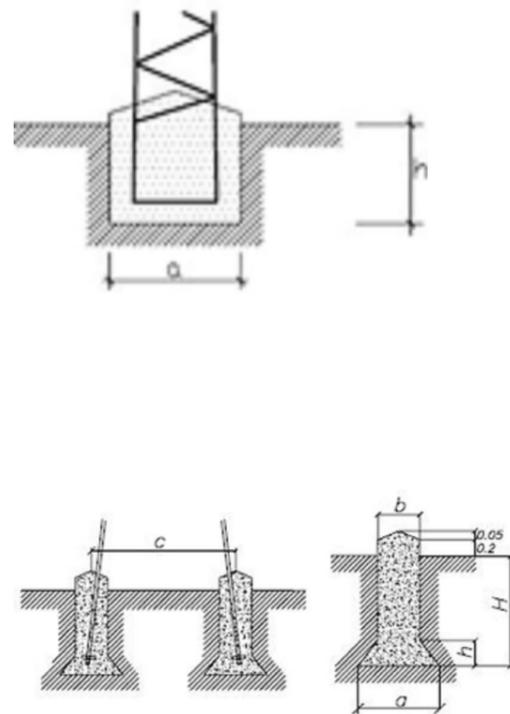
					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b> 	CLIENTE 	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO ----
							TÍTULO PLANTA PERFIL EDISTRIBUCION		ESCALA S/E
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN		PLANO N.º 342211406-3303-451	N.º HOJAS 03 de 03	REVISIÓN A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				

LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV  
TM de Zaragoza (ZARAGOZA)

Nº de Apoyo	Denominación Apoyo	Tipo de Cimentación	Dimensiones (m)					Volumen Excavación (m3)	Volumen Hormigón (m3)
			a	h	b	H	c		
AP01	CO-27000-12-Bandera	Tetrabloque	1,80	0,50	1,20	3,50	3,80	21,84	23,09
AP02	Pórtico-27000-10	Monobloque	1,20	0,50	—	3,50	13,00	11,09	12,68

LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV  
TM de Zaragoza (ZARAGOZA)

Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación Apoyo	Dimensiones (m)					H Útil	H Total
			"a"	"b"	"c"	"h"			
AP01	FL	CO-27000-12-Bandera	3,00	3,30	3,00	4,30	12,20	23,10	
AP02	FL	Pórtico-27000-10	3,00	3,50	—	1,00	10,00	11,00	



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº. : VD02304-23A  
DE FECHA : 25/5/23  
**E-VISADO**

REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**SET TORRERO PRE Y LAAT**



CLIENTE

PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)

AUTORES:  

TÍTULO: APOYOS

PLANO Nº: 342211406-3303-452

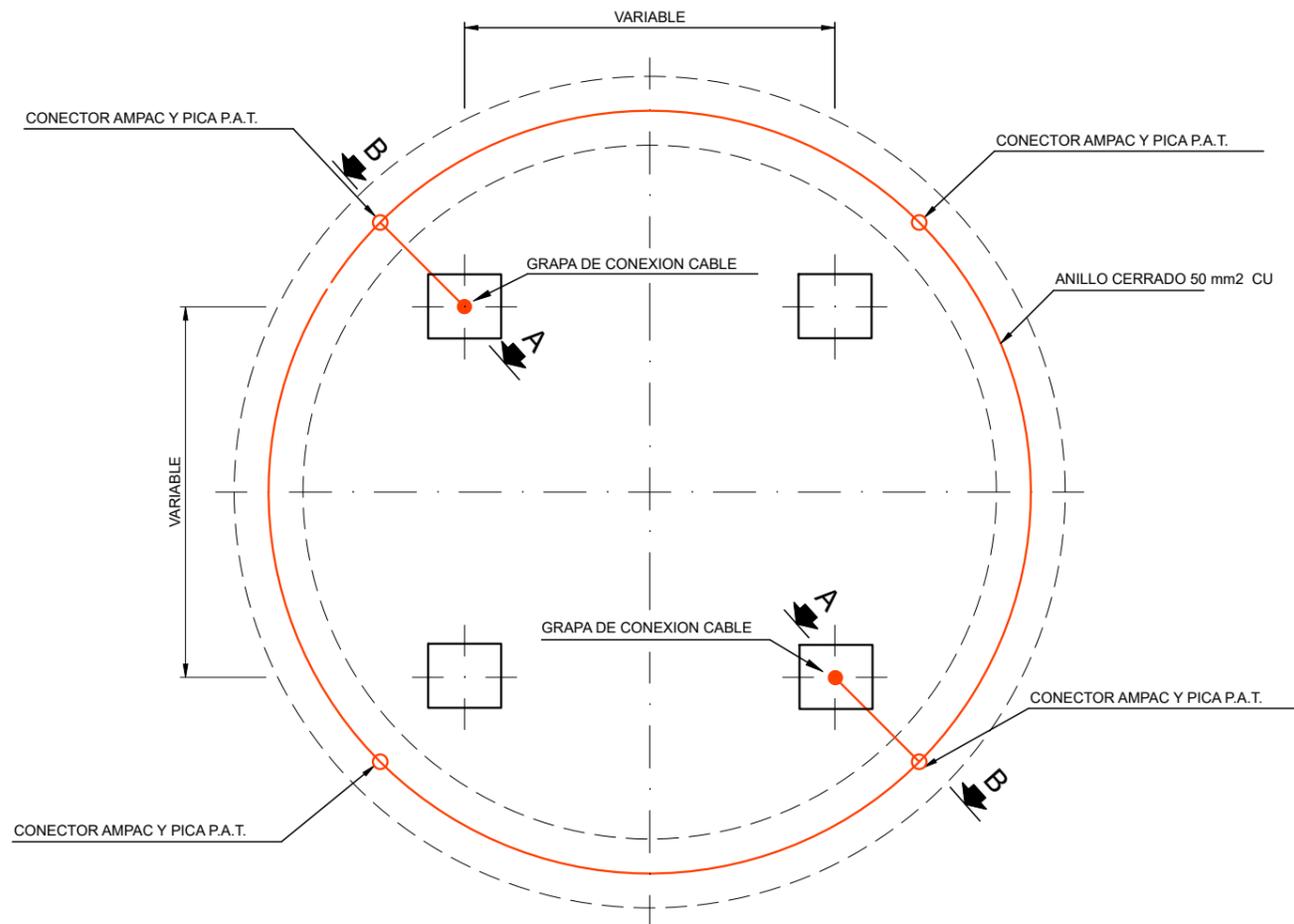
Nº HOJAS: 01 de 01

REVISIÓN: A

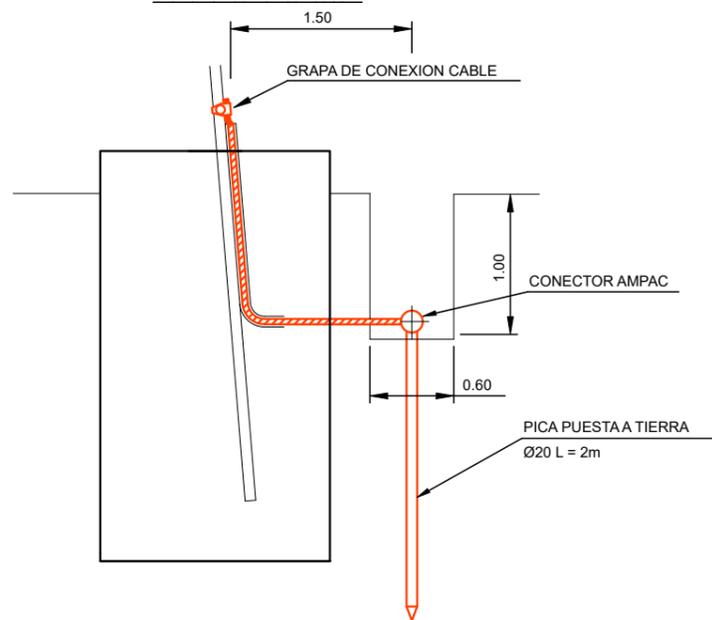
FORMATO: A3

ESCALA: S/E

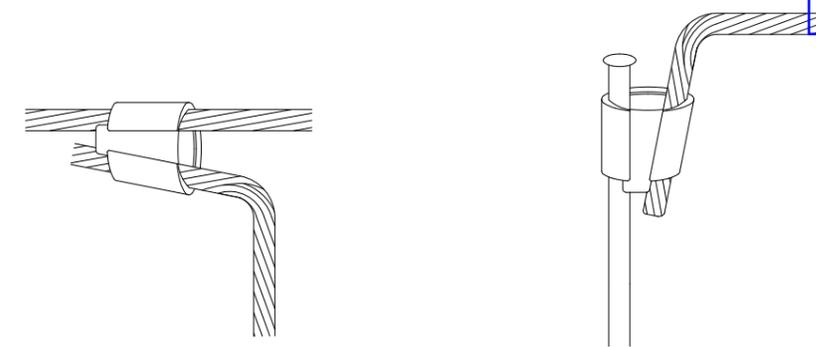
PLANTA APOYO



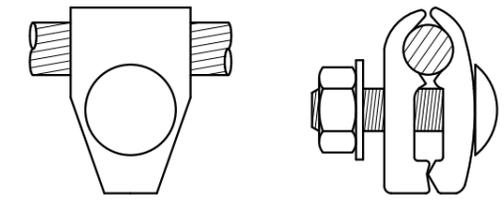
SECCION A - B



CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA



GRAPA CONEXION CABLE DE TIERRA A APOYO



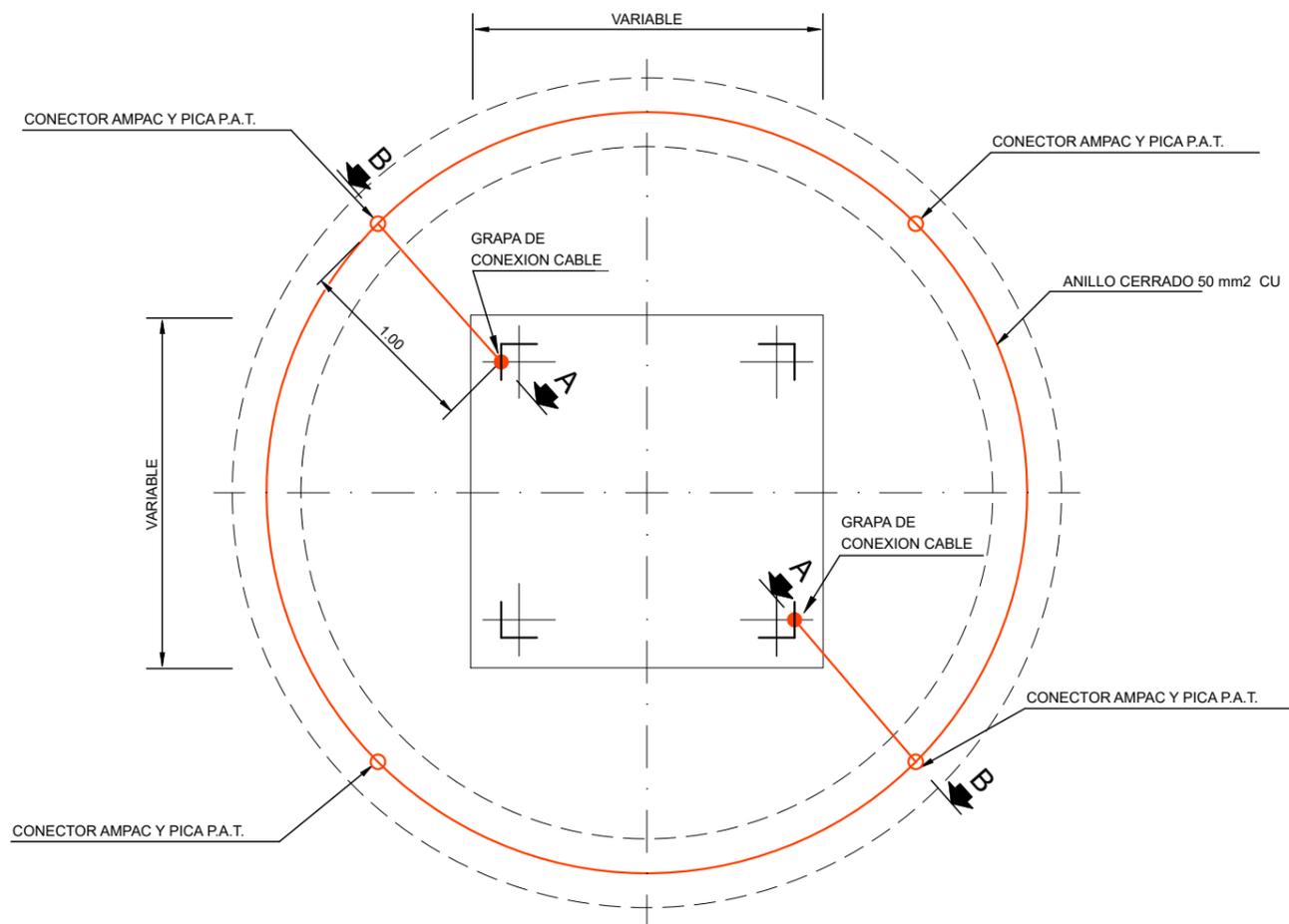
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA  
 Colegiado.: 0001937  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 VISADO Nº. : VD02304-23A  
 DE FECHA : 25/5/23  
**E-VISADO**

A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

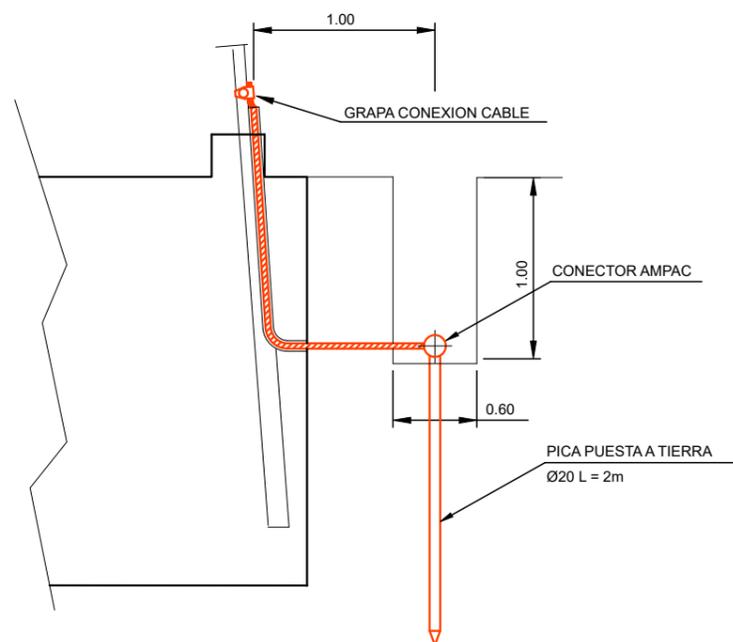
<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3
		AUTOR 	TÍTULO PAT APOYO	ESCALA S/E
		PLANO Nº 342211406-3303-453	Nº HOJAS 01 de 02	REVISIÓN A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FYMDJUSUJULQU5XT verificable en https://coliar.e-gestion.es

PLANTA APOYO



SECCION A - B

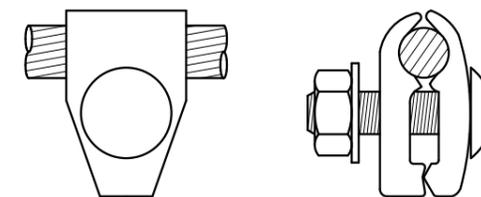


CONECTORES AMPACT PARA ENLACES Cu/Cu Y Cu/PICA EN PUESTA A TIERRA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado.: 0001937  
 JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA  
 VISADO Nº. : VD02304-23A  
 DE FECHA : 25/5/23  
**E-VISADO**



GRAPA CONEXION CABLE DE TIERRA A APOYO

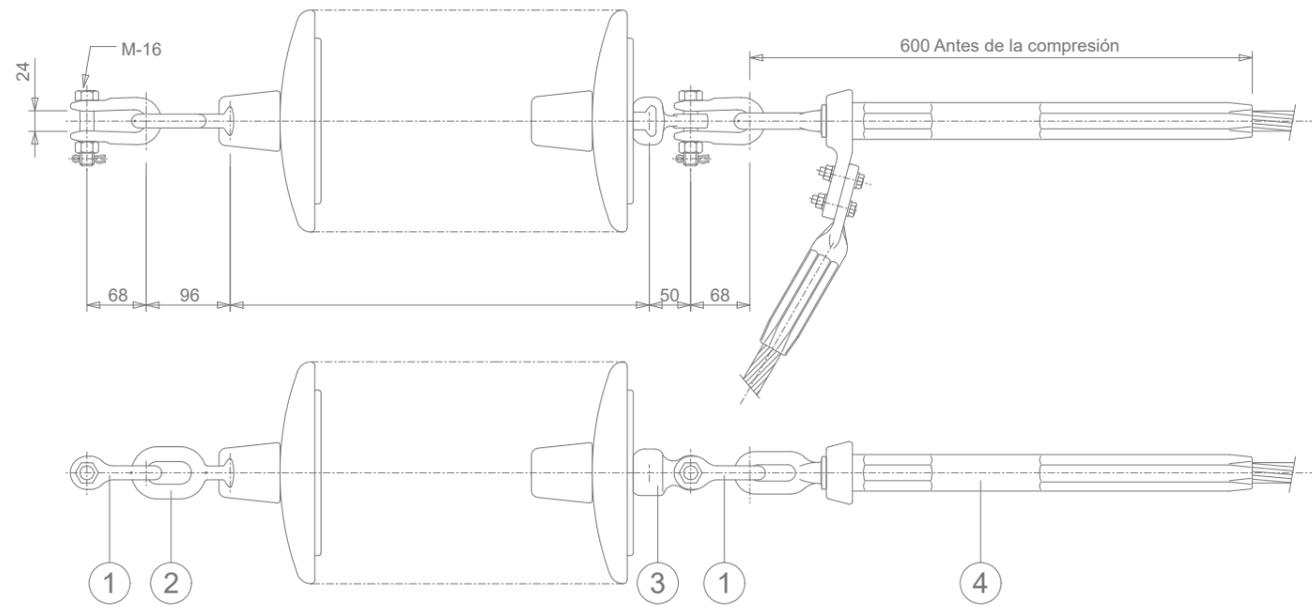


A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3
		AUTOR	TÍTULO PAT APOYO	ESCALA S/E
	(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937	PLANO Nº 342211406-3303-453	Nº HOJAS 02 de 02	REVISIÓN A

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FYMDJUSJULQU5XT verificable en https://coliar.e-gestor.es

**CADENA DE AMARRE (SIMPLE)**

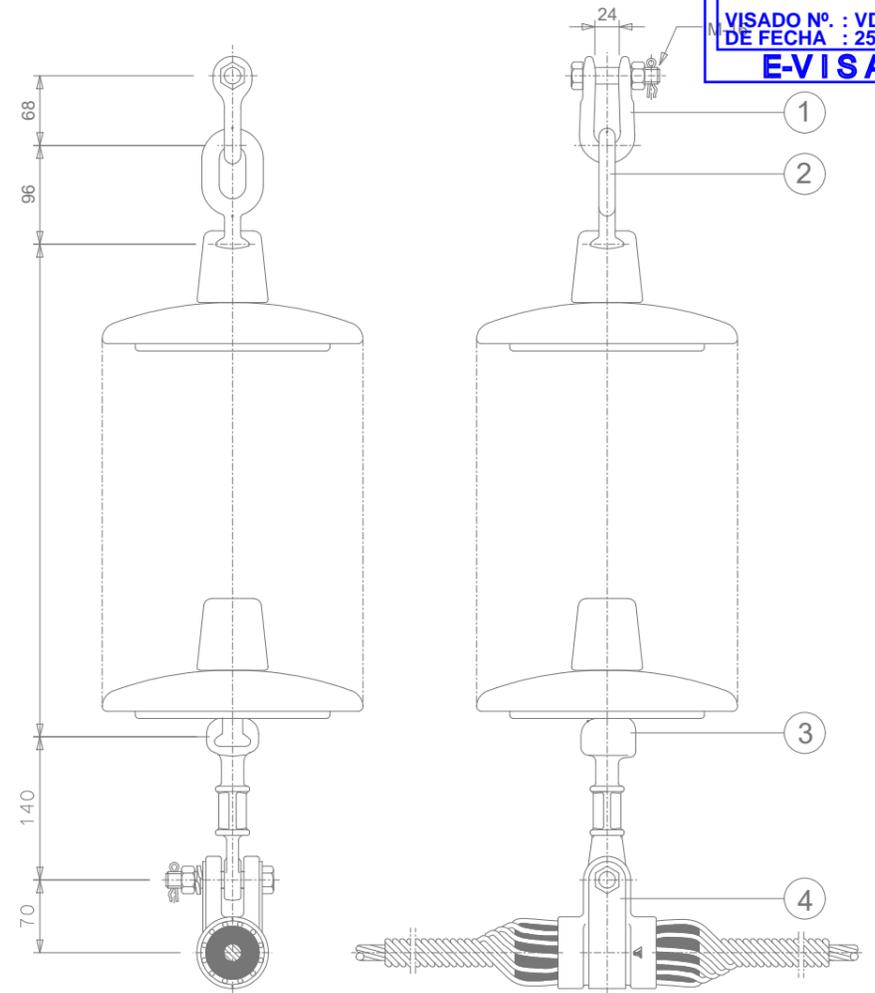


**CADENA DE AMARRE SIMPLE A COMPRESION**

CANT.	HERRAJES
1	GRILLETE RECTO
1	ANILLA BOLA
10	AISLADORES U120 BS
1	ROTULA CORTA
1	GRILLETE RECTO
1	GRAPA COMPRESION

LONGITUD DE CADENA DE AMARRE=1740 MM

**CADENA DE SUSPENSION**



CANT.	HERRAJES
1	GRILLETE RECTO
1	ANILLA BOLA
10	AISLADORES U120BS
1	ROTULA CORTA
1	GRAPA GSA

LONGITUD DE CADENA DE SUSPENSION=1834 MM

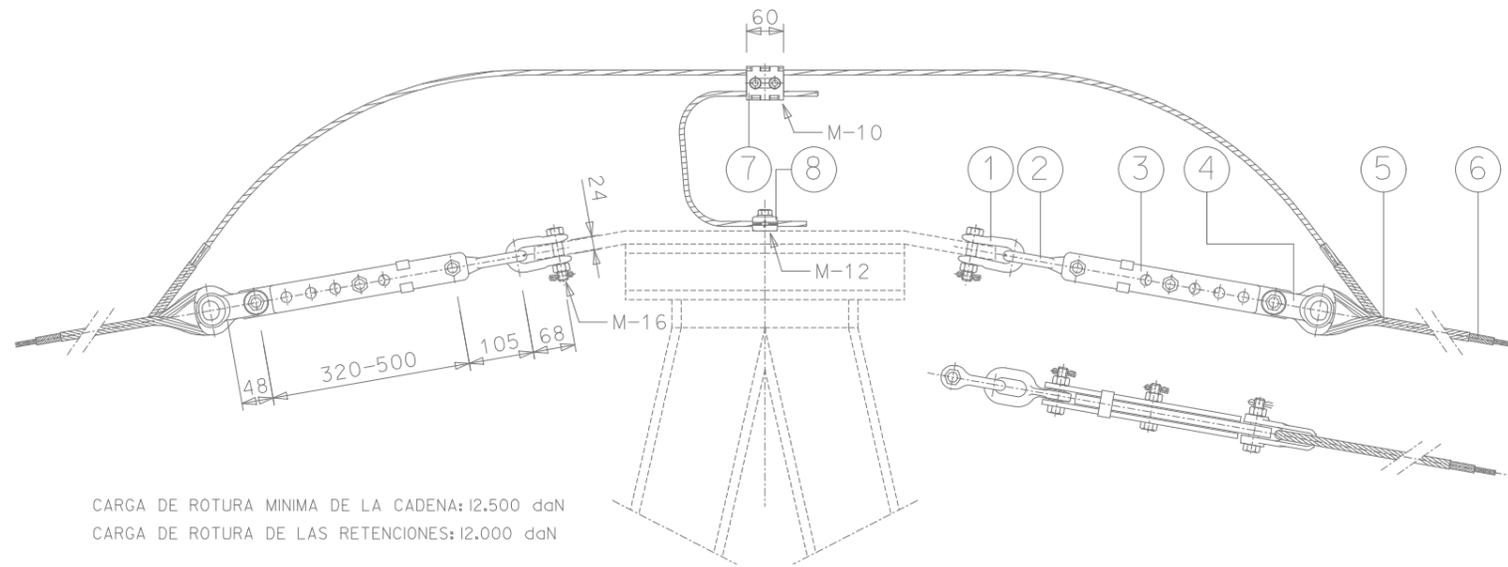
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

**SET  
TORRERO PRE  
Y LAAT**



PROYECTO	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO	A3
AUTOR	FIRMA DEL INGENIERO  (AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937		TÍTULO	AISLADORES Y ACCESORIOS
PLANO N.º			N.º HOJAS	REVISIÓN
342211406-3303-454			01 de 06	A

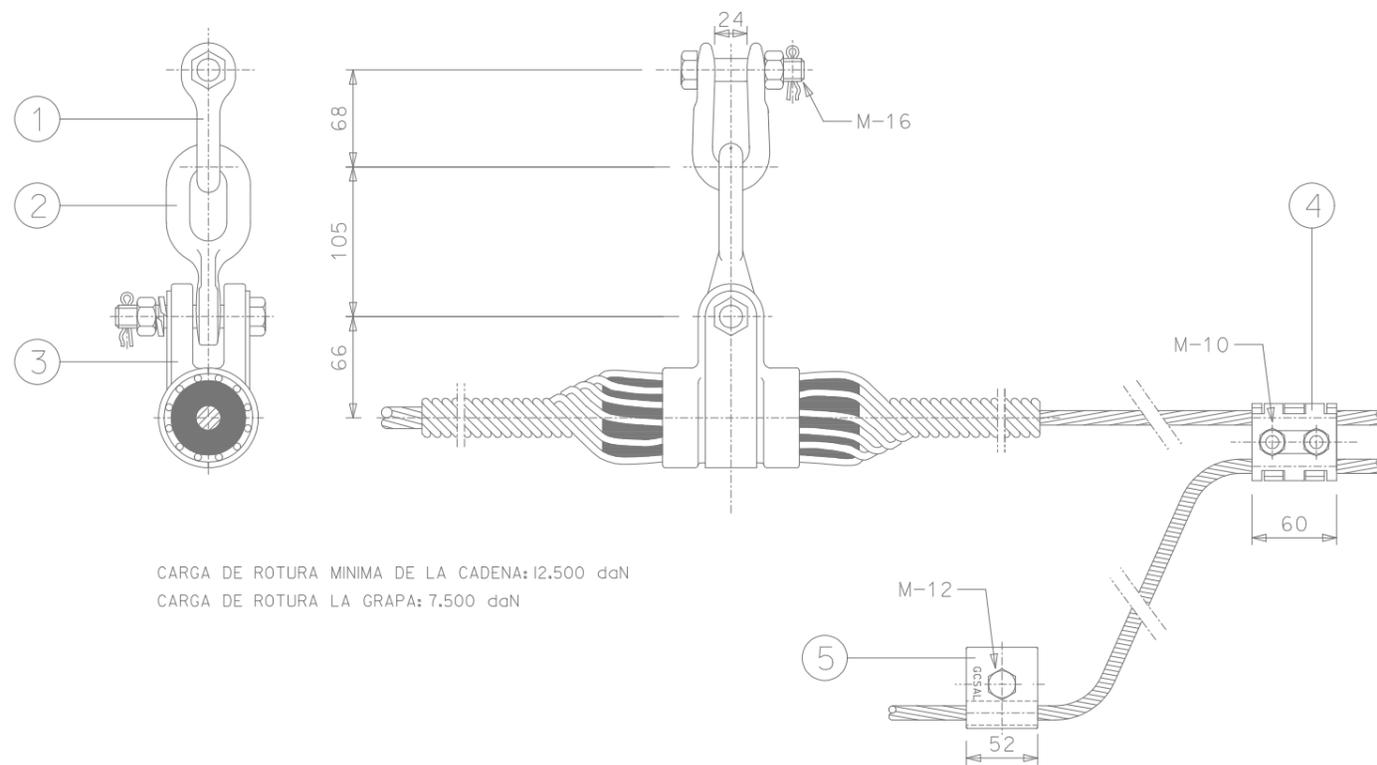
### HERRAJE DE AMARRE DE CABLE OPGW



CARGA DE ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN  
 CARGA DE ROTURA DE LAS RETENCIONES: 12.000 daN

8	CONEXION A TIERRA GCSAL-14/18
7	CONEXION PARALELA GPC-II/28
6	EMPALME DE PROTECCION EPAWFO-17/1/2600
5	RETENCION PREFORMADA RAAWFO-23,5/D
4	HORQUILLA GUARDACABOS G-16
3	TENSOR DE CORREDERA T-1
2	ESLABON REVIRADO ESR-16
1	GRILLETE RECTO GN-16T

### HERRAJE DE SUSPENSION DE CABLE OPGW



CARGA DE ROTURA MINIMA DE LA CADENA: 12.500 daN  
 CARGA DE ROTURA LA GRAPA: 7.500 daN

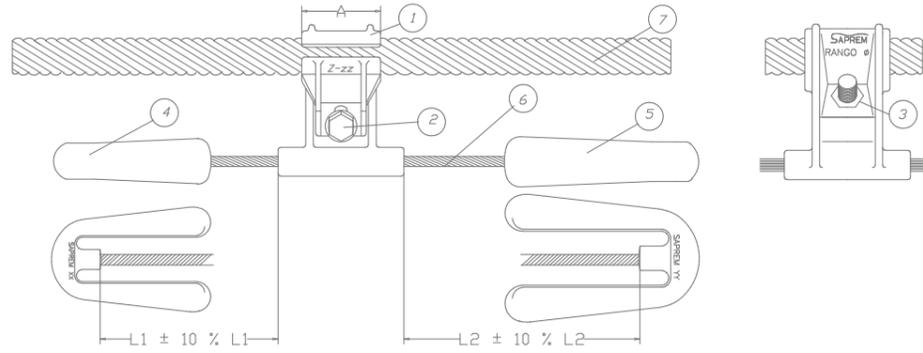
5	CONEXION A TIERRA GCSAL-14/18
4	CONEXION PARALELA GPC-8/16
3	GRAPA SUSPENSION GAS-3/F0/17/D
2	ESLABON REVIRADO ESR-16
1	GRILLETE RECTO GN-16T

					SET TORRERO PRE Y LAAT		PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO	
							TÍTULO: AISLADORES Y ACCESORIOS		ESCALA	
							PLANO Nº: 342211406-3303-454		Nº HOJAS	REVISIÓN
							INGENIERIA Y PROYECTOS		02 de 06	A
							AL SERVICIO DE LA EMPRESA: JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937			
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN					
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN					

AMORTIGUADOR TIPO "STOCKBRIDGE"

TABLA DE UTILIZACIÓN

CONDUCTOR	
TIPO	φ (mm)
LA-380	25.4
OPGW	17.0



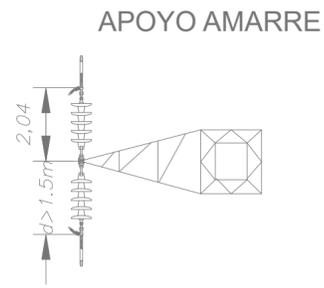
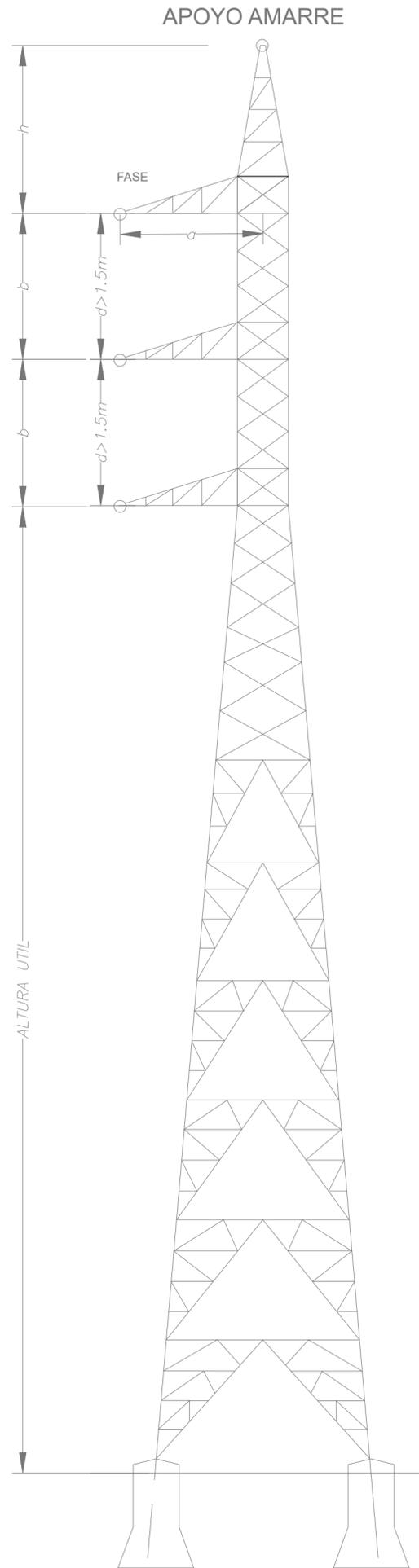
TIPO	G-ZZ	Rango GZZ φ(mm)	CP-XX	CP-YY	CABLE PORTDOR φ(mm) Formación	BOLT	L1 (mm)	L2 (mm)	Peso (g)	Par (Nxm)	A (mm)
AMG 030513	G-13	7-13	S-03	S-05	7,8 19x1,56	M 10	101	119	1250	30	55
AMG 030520	G-20	13-20	S-03	S-05	7,8 19x1,56	M 10	101	119	1300	30	55
AMG 050913	G-13	7-13	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M 10	93	115	1825	30	55
AMG 050920	G-20	13-20	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M 10	93	115	1850	30	55
AMG 050926	G-26	18-26	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M 12	93	115	1950	35	58
AMG 050929	G-29	21,5-29,5	S-05	S-09	7,8 19x1,56	M 12	93	115	1975	35	58
AMG 091520	G-20	13-20	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M 10	118	150	3050	30	55
AMG 091526	G-26	18-26	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M 12	118	150	3100	35	58
AMG 091529	G-29	21,5-29,5	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M 12	118	150	3125	35	58
AMG 091534	G-34	28-34	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M 12	118	150	3150	35	63
AMG 091540	G-40	34-40	S-09	S-15	9,3 19x1,86	M 14	118	150	3500	35	68
AMG 152426	G-26	18-26	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M 12	147	185	4600	35	58
AMG 152429	G-29	21,5-29,5	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M 12	147	185	4625	35	58
AMG 152434	G-34	28-34	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M 12	147	185	4650	35	63
AMG 152440	G-40	34-40	S-15	S-23	11,9 19x2,38	M 14	147	185	4950	35	68
AMG 243534	G-34	28-34	S-23	S-35	11,9 19x2,38	M 12	147	185	6750	35	63
AMG 243540	G-40	34-40	S-23	S-35	11,9 19x2,38	M 14	147	185	7050	35	68

(\*) El Par de Apriete en el caso de cables OPGW se especificará de acuerdo con la composición del mismo.

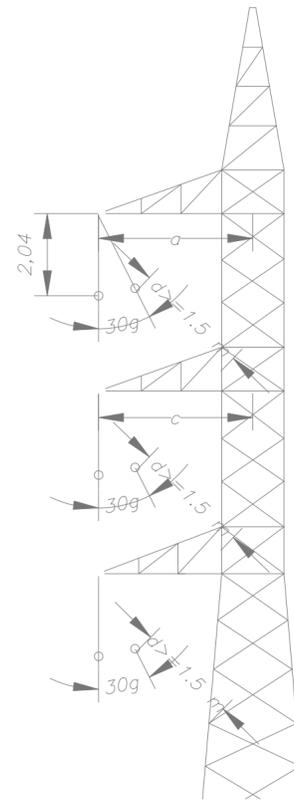
POS	DENOMINACION	CTD	REFERENCIA	MATERIAL
7	CABLE + PROTECCION			
6	CABLE PORTDOR EHS	1	φ Cable	ACERO GALVAN.
5	CONTRAPESO	1	CP-YY	AC. FORJ. GALV.
4	CONTRAPESO	1	CP-XX	AC. FORJ. GALV.
3	TUERCA	1	M-	ACERO GALVAN.
2	TDR.HEX.+PLANA+GROVER	1	M- 8,8	ACERO GALVAN.
1	CUERPO GRAPA	1	G-ZZ	ALEAC. ALUMIN.

Nota:El contratista deberá realizar un estudio de amortiguamiento para determinar a que distancia y el modo de instalación de los amortiguadores

					<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>		PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO: A3		
							AUTOR:		TÍTULO: AISLADORES Y ACCESORIOS		ESCALA: S/E
							FIRMA DEL INGENIERO:		PLANO Nº: 342211406-3303-454		REVISIÓN: A
							(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937		Nº HOJAS: 03 de 06		REVISIÓN: A
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.			PRIMERA EMISIÓN				
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN						



DETALLE OSCILACIÓN DE PUENTES



LAAT SET TORRERO PRE - SET TORRERO 132 kV TM de Zaragoza (ZARAGOZA)									
Nº de Apoyo	Función Apoyo	Denominación Apoyo	Dimensiones (m)						
			"a"	"b"	"c"	"h"	H Útil	H Total	
AP01	FL	CO-27000-12-Bandera	3,00	3,30	3,00	4,30	12,20	23,10	
AP02	FL	Pórtico-27000-10	3,00	3,50	—	1,00	10,00	11,00	

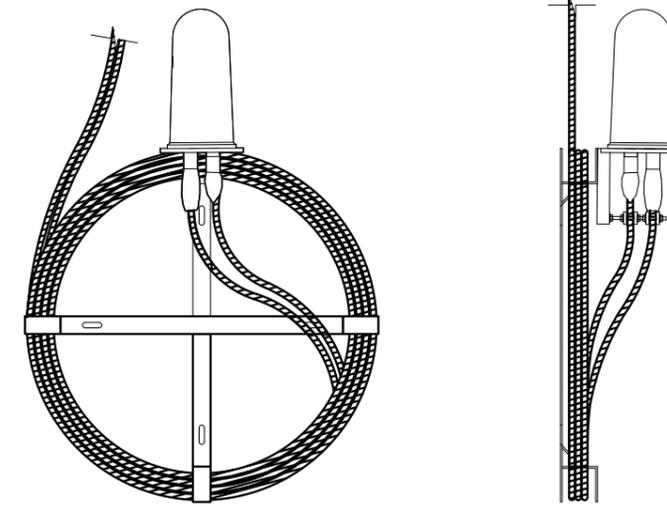
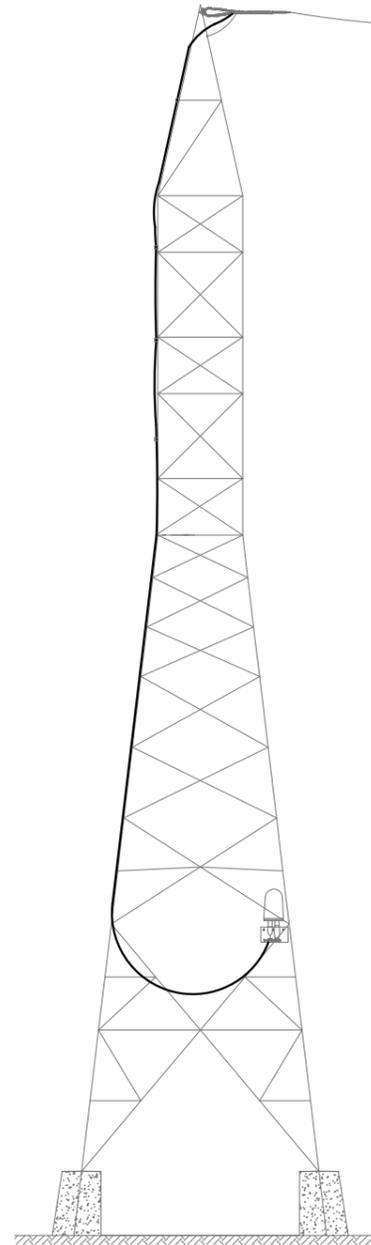
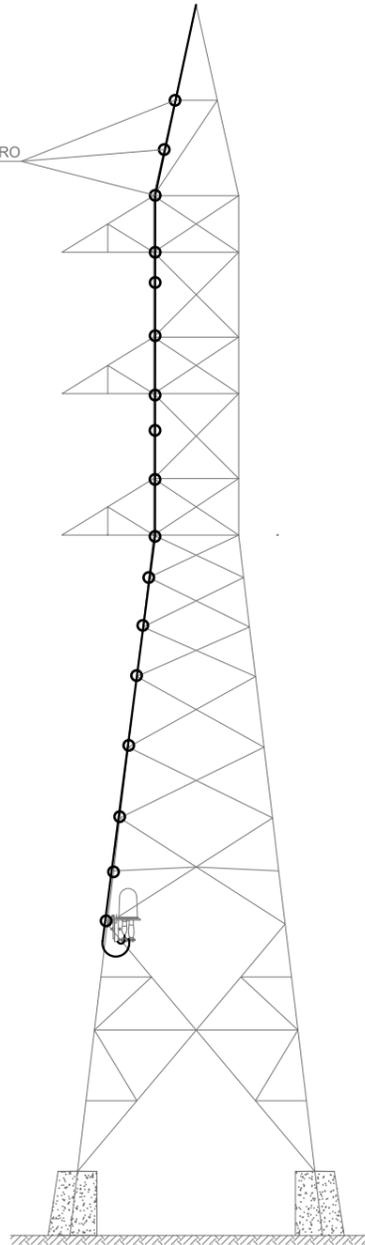
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN

<b>SET TORRERO PRE Y LAAT</b>			PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A2
	CLIENTE	AUTOR JOSÉ LUIS ÓVILLO MEDINA Colegiado nº 1.937	TÍTULO AISLADORES Y ACCESORIOS	ESCALA S/E
	PLANO Nº 342211406-3303-454	Nº HOJAS 04 de 06	REVISIÓN A	

ALZADO

PERFIL

GRAPA CABLE OPGW CADA METRO

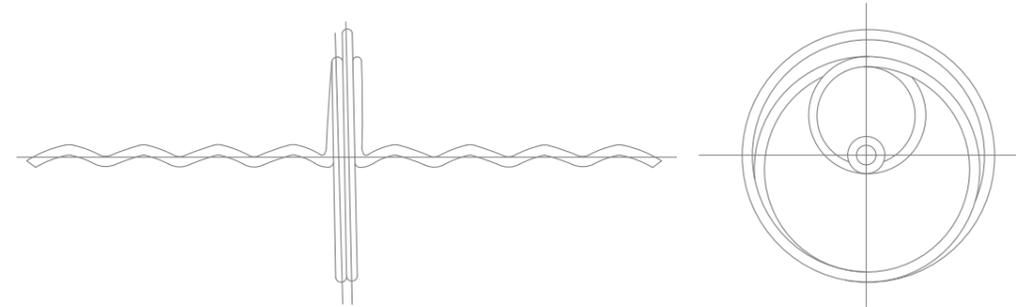


LISTA DE MATERIALES FIGURA 6		
ITEM	DESIGNACIÓN	CANTIDAD
6.1	CAJA DE EMPALME OPGW PARA 48 FIBRAS, CON PERNOS DE SUJECIÓN	2
6.2	CRUCETA RESERVA OPGW, CON PERNOS DE SUJECIÓN	2
6.3	RESERVA OPGW	12 m

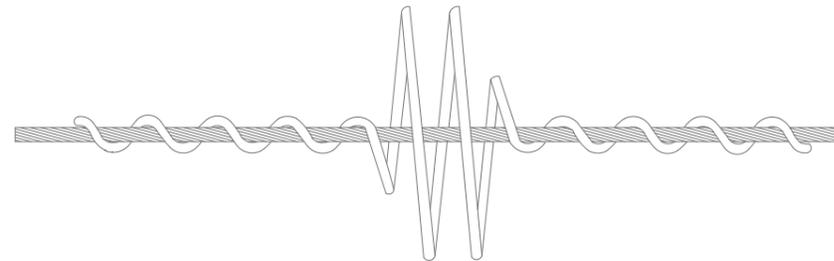
Nota: La DF decidirá el apoyo donde se colocará la caja de empalme OPGW.  
 Se dejará una coca mínima de 25 m y se colocará la caja a por lo menos 8m de altura

					<b>SET                  TORRERO PRE                  Y LAAT</b>		PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO: A3		
							AUTOR:		TÍTULO: AISLADORES Y ACCESORIOS		ESCALA: S/E
							FIRMA DEL INGENIERO:		PLANO Nº: 342211406-3303-454		Nº HOJAS: 05 de 06
							(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937				REVISIÓN: A
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.			PRIMERA EMISIÓN				
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN						

DETALLE DE SALVAPÁJAROS



SALVAPAJAROS INSTALADO



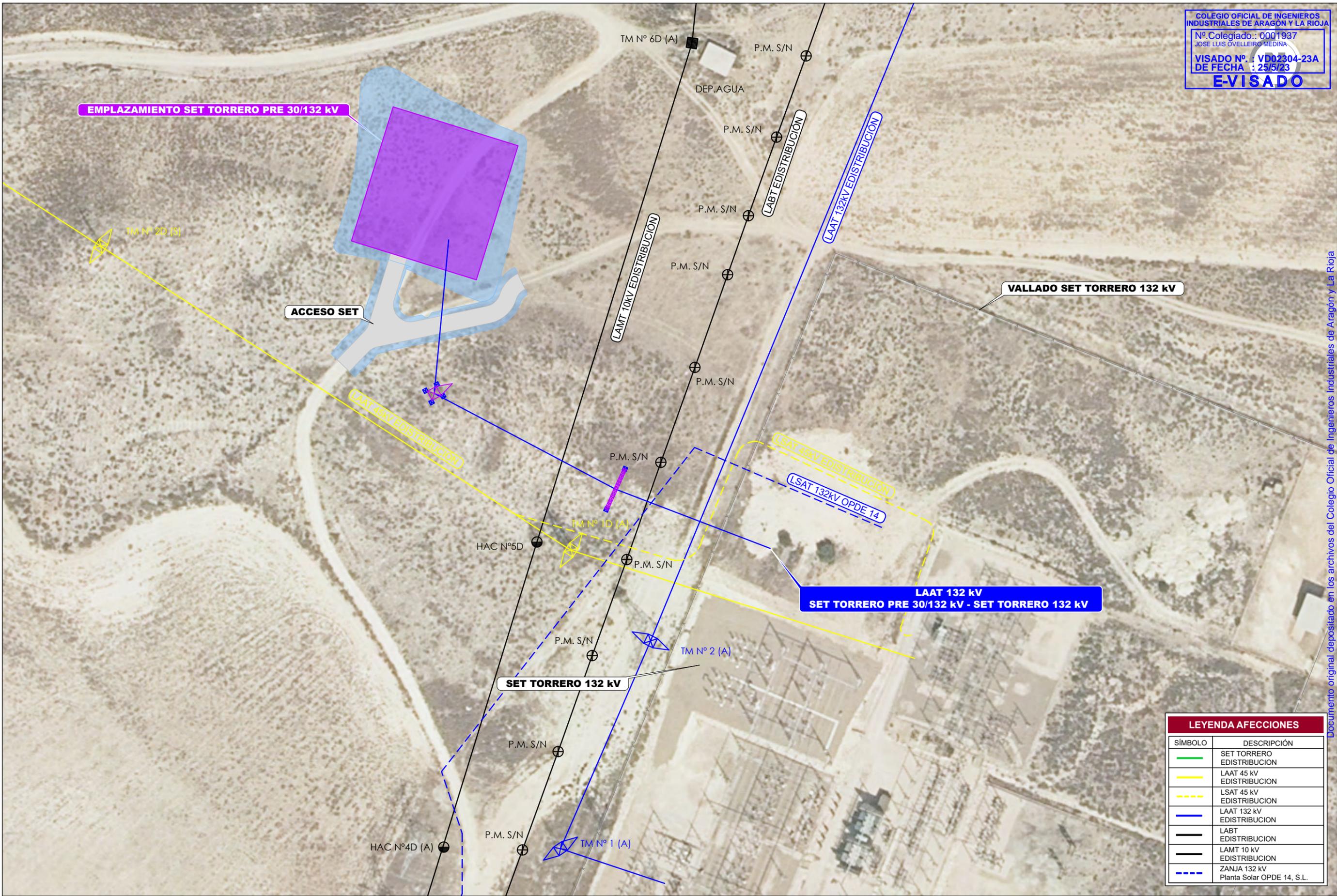
Díametro del cable de protección: 17 mm  
 Díametro del dispositivo: 350 mm  
 Longitud del dispositivo: 1000 mm

					<b>SET                  TORRERO PRE                  Y LAAT</b>		PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO A3		
								TÍTULO AISLADORES Y ACCESORIOS		ESCALA S/E	
								PLANO Nº 342211406-3303-454		Nº HOJAS 06 de 06	REVISIÓN A
								FIRMA DEL INGENIERO 			
								(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937			
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN						
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN						



MATERIAL: CHAPA DE ACERO GALVANIZADO DE 1 mm DE ESPESOR  
 CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE CINCO DE 271 g / m<sup>2</sup>

						<b>SET                  TORRERO PRE                  Y LAAT</b>		CLIENTE	PROYECTO PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)	FORMATO A3	
								AUTOR 	TÍTULO PLACA SEÑALIZACION	ESCALA S/E	
								FIRMA DEL INGENIERO 	PLANO Nº 342211406-3303-455	Nº HOJAS 01 de 01	REVISIÓN A
								(AL SERVICIO DE LA EMPRESA) JOSE LUIS ÓVELLEIRO MEDINA Colegiado n.º 1.937			
A	MAYO 2023	V.R.A.	E.O.V.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN						
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN						



LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SET TORRERO EDISTRIBUCION
	LAAT 45 kV EDISTRIBUCION
	LSAT 45 kV EDISTRIBUCION
	LAAT 132 kV EDISTRIBUCION
	LAMT EDISTRIBUCION
	LAMT 10 kV EDISTRIBUCION
	ZANJA 132 kV Planta Solar OPDE 14, S.L.

A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN

**SET TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT**

INGENIERIA Y PROYECTOS

FIRMA DEL INGENIERO

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

PROYECTO  
**PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)**

CLIENTE

FORMATO  
A3

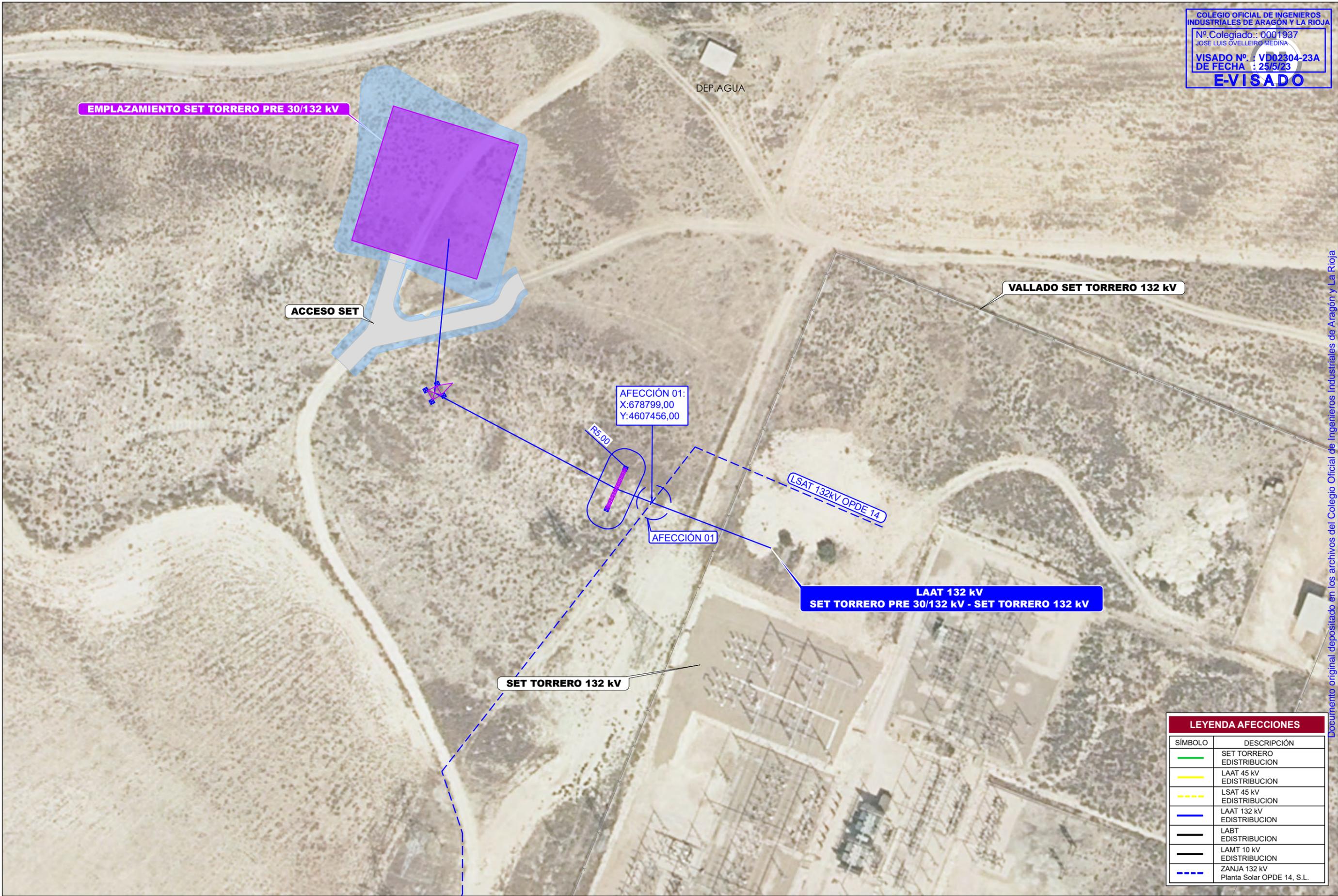
ESCALA  
1:1.000

TÍTULO  
AFECCIONES

PLANO Nº  
342211406-3303-456

Nº HOJAS  
01 de 03

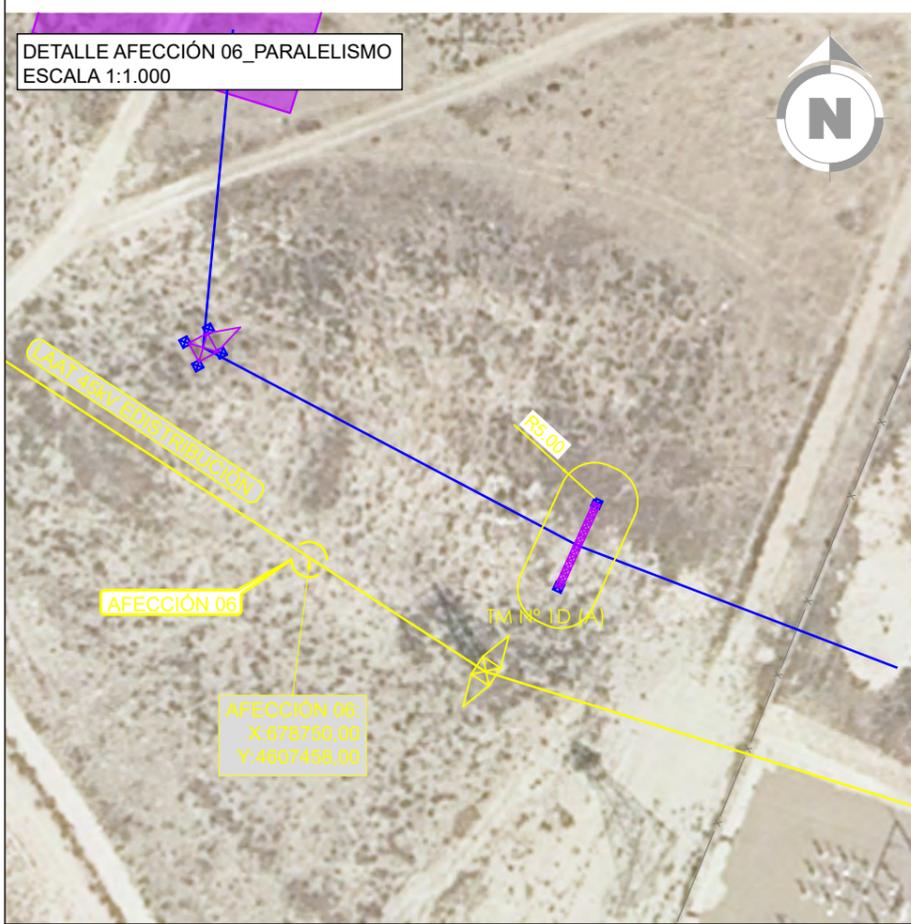
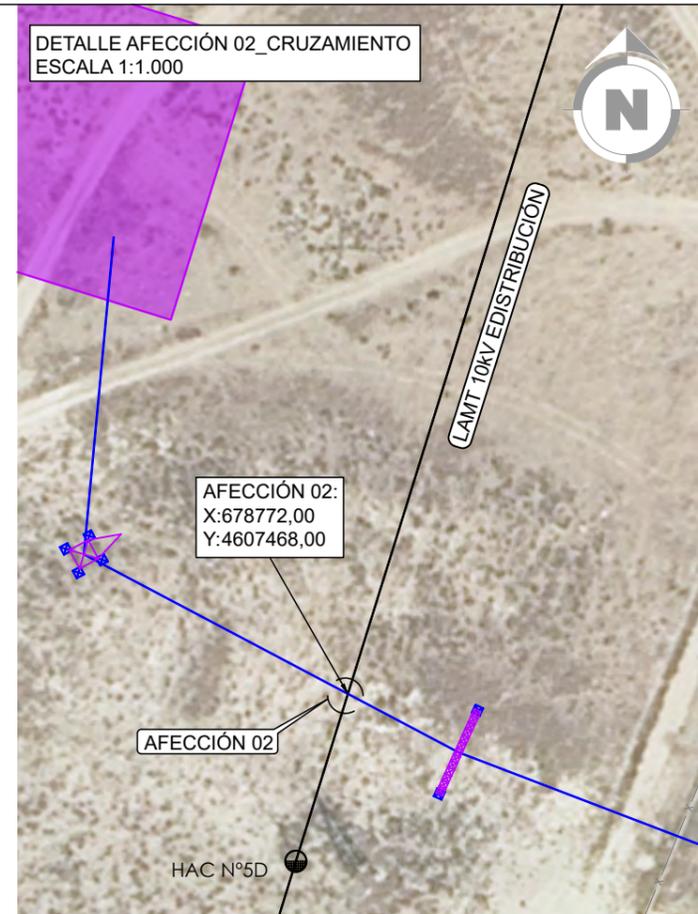
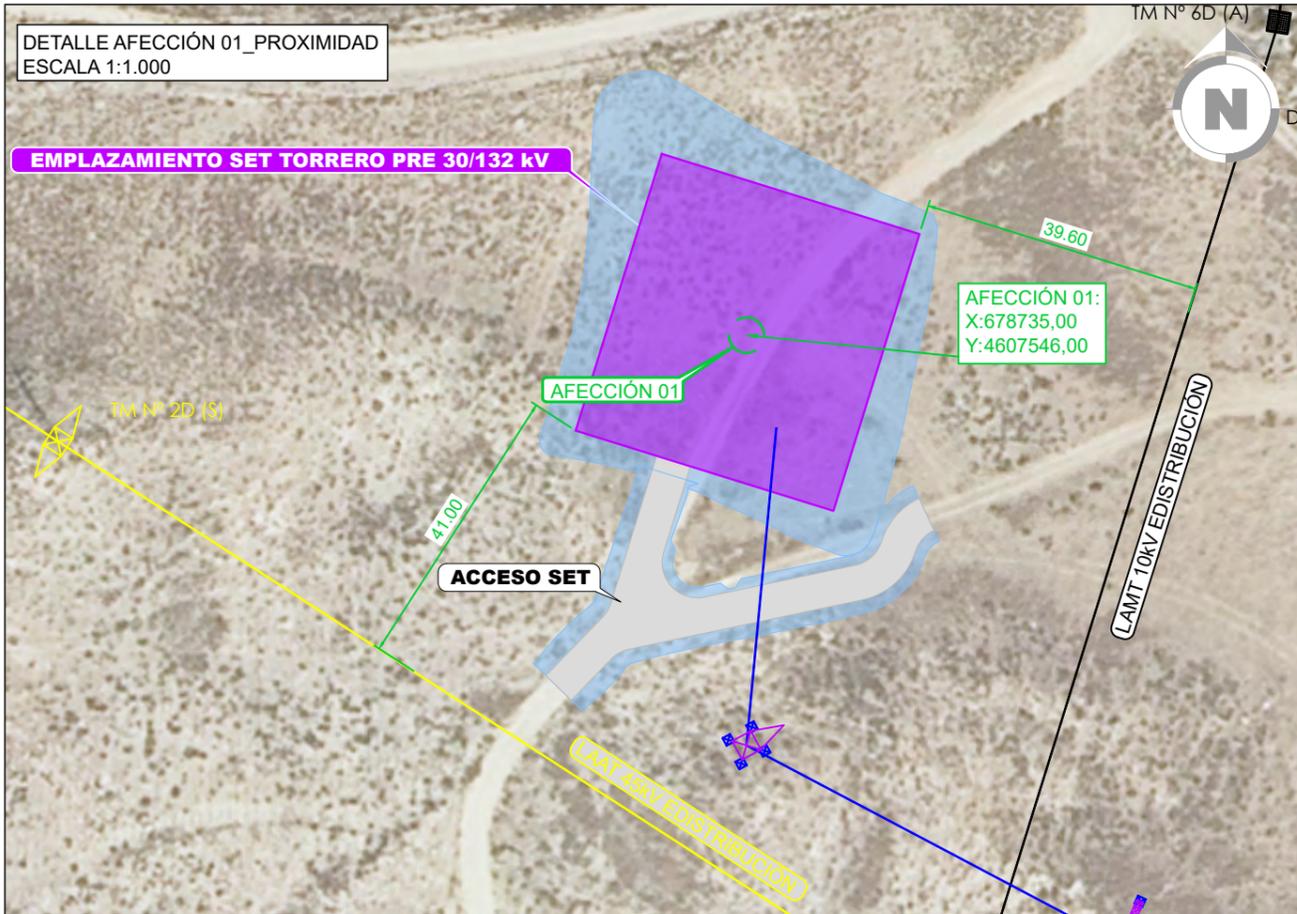
REVISIÓN  
A



LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SET TORRERO EDISTRIBUCION
	LAAT 45 kV EDISTRIBUCION
	LSAT 45 kV EDISTRIBUCION
	LAAT 132 kV EDISTRIBUCION
	LABT EDISTRIBUCION
	LAMT 10 kV EDISTRIBUCION
	ZANJA 132 kV Planta Solar OPDE 14, S.L.

A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN	
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN	

SET TORRERO PRE Y LAAT	CLIENTE		PROYECTO		FORMATO
			PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		A3
	AUTOR		TÍTULO		ESCALA
  <small>INGENIERIA Y PROYECTOS</small>		<small>FIRMA DEL INGENIERO</small>  <small>(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)          JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA          Colegiado n.º 1.937</small>		<b>AFECCIONES</b> Planta Solar OPDE 14, S.L. PLANO Nº 342211406-3303-456	Nº HOJAS 02 de 03 REVISIÓN A



LEYENDA AFECCIONES	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SET TORRERO EDISTRIBUCIÓN
	LAAT 45 kV EDISTRIBUCIÓN
	LSAT 45 kV EDISTRIBUCIÓN
	LAAT 132 kV EDISTRIBUCIÓN
	LAMT 10 kV EDISTRIBUCIÓN
	ZANJA 132 kV
	Planta Solar OPDE 14, S.L.

							PROYECTO: PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV. T.M. de Zaragoza (ZARAGOZA)		FORMATO: A3
							TÍTULO: AFECCIONES EDISTRIBUCIÓN		ESCALA: 1:1.000
A	MAYO 2023	G.F.P.	J.R.A.	J.L.O.	PRIMERA EMISIÓN		PLANO N°: 342211406-3303-456	N° HOJAS: 03 de 03	REVISIÓN: A
REVISIÓN	FECHA	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	DESCRIPCIÓN				

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada n° RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FYMDJUSUJULQU5XT verificable en https://coliar.e-gestion.es

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N° Colegiado: 7001937  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 VISADO N° : VD02304-23A  
 DE FECHA : 25/5/23  
**E-VISADO**

## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO



## INDICE PRESUPUESTO

- PARTE A. PRESUPUESTO Y MEDICIONES
- PARTE B. RESUMEN DEL PRESUPUESTO



## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

### Parte A. - Presupuesto y Mediciones



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 01 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>APARTADO 01.01.01 PLATAFORMA</b>				
01.01.01.01	<b>m2 DESBROCE Y LIMPIEZA SUPERFICIAL</b> Desbroce y limpieza superficial de terreno por medios mecánicos hasta una profundidad de 30 cm, carga y transporte de la tierra vegetal y de los productos resultantes a vertedero autorizado, sin límite de distancia.			
01.01.01.02	<b>m³ EXCAVACIÓN O DESMONTE</b> Excavación en todo tipo de terreno compacto, incluso roca con medios mecánicos (retro, martillo, etc.) para plataforma de subestación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares	2.569,30	3,90	10.020,27
01.01.01.03	<b>m³ RELLENO O TERRAPLENADO</b> Relleno de tierras procedentes de excavación o préstamo con suelo clasificado como tolerable y/o adecuado, S/PG3 para formación del cimientó y núcleo del terraplén, realizado con medios mecánicos y ejecutado por tongadas de 30 cm como máximo, extendido, regado, apisonado y compactado con rulos de pata de cabra y/o vibrantes hasta conseguir un mínimo del 95% del P.M., incluyendo la realización de ensayos de densidad-humedad "in situ" con trosler, incluso p.p. de medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares según planos de proyecto. Medido sobre perfil siguiendo las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas.	1.909,86	8,98	17.150,54
01.01.01.04	<b>m³ RELLENO DE CORONACIÓN PROCEDENTE DE PRESTAMO</b> Relleno de tierras procedentes de préstamo con suelo clasificado como seleccionado, S/PG3 para formación de la coronación del terraplén (60 cm superiores), incluyendo adquisición, carga y transporte hasta una distancia máxima de 25 Km. de la obra (recorrido total 50 Km.) desde préstamo, realizado con medios mecánicos, extendido, regado, apisonado y compactado con rulos de pata de cabra y/o vibrantes hasta conseguir un mínimo del 98% del P.M., incluyendo la realización de ensayos de densidad-humedad "in situ" con trosler, incluso p.p. de medios auxiliares, ejecutado de acuerdo a pliegos generales y particulares según planos de la instalación. Medido sobre perfil, siguiendo las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas.	1.770,31	7,95	14.073,96
	172,80			
		167,65	21,25	3.562,56
	<b>TOTAL APARTADO 01.01.01 PLATAFORMA.....</b>			<b>44.807,33</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS ....</b>			<b>44.807,33</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUIULQU5XT verificable en https://coiiar.e-gestion.es

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº. Colegiado: 0001937 JOSE LUIS GARCIA BORDINA VISADO Nº. 02304-23A DE FECHA: 25/5/23 INGENIERO EN ELECTRICIDAD</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	---	--

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

### SUBCAPÍTULO 01.02 RED DE PUESTA A TIERRA

#### APARTADO 01.02.01 RED SUPERIOR DE TIERRAS

01.02.01.01	<p><b>RED SUPERIOR DE TIERRAS</b></p> <p>Suministro, montaje y puesta en marcha de pararrayos tipo Franklyn sobre pórticos, hilos de guarda, incluidas las bajantes a red de tierras inferiores, así como conexiones, soldaduras aluminotérmicas, grapas de sujeción, tubos y demás materiales auxiliares para su correcto funcionamiento. Debera de ir precedido del correspondiente estudio de alcance de toda la instalación.</p>	1,00	1.270,51	1.270,51
<b>TOTAL APARTADO 01.02.01 RED SUPERIOR DE TIERRAS.</b>				<b>1.270,51</b>

#### APARTADO 01.02.02 RED INFERIOR DE TIERRAS

01.02.02.01	<p><b>ml RED DE TIERRAS INFERIORES</b></p> <p>Conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>, incluyendo sin carácter limitativo: replanteo, suministro y tendido del conductor sobre terreno explanado antes de realizar la coronación del terraplén (a 0,6 m de profundidad) y parte proporcional de soldaduras aluminotérmicas en los cruces de la malla y para derivaciones individuales de conexión de PAT, suministro y montaje de grapas de conexión, reparación en caso de rotura durante los trabajos y en general todo lo necesario para una correcta ejecución.</p>	784,00	3,75	2.940,00
01.02.02.02	<p><b>PA ENSAYO DE RESISTIVIDAD</b></p> <p>Conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>, incluyendo sin carácter limitativo: replanteo, suministro y tendido del conductor sobre terreno explanado antes de realizar la coronación del terraplén (a 0,6 m de profundidad) y parte proporcional de soldaduras aluminotérmicas en los cruces de la malla y para derivaciones individuales de conexión de PAT, suministro y montaje de grapas de conexión, reparación en caso de rotura durante los trabajos y en general todo lo necesario para una correcta ejecución.</p>	1,00	1.175,82	1.175,82
<b>TOTAL APARTADO 01.02.02 RED INFERIOR DE TIERRAS ..</b>				<b>4.115,82</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.02 RED DE PUESTA A TIERRA ...</b>				<b>5.386,33</b>

### SUBCAPÍTULO 01.03 OBRA CIVIL

#### APARTADO 01.03.01 CIMENTACIONES DE APARATOS

01.03.01.01	<p><b>Ud CIMENTACIONES APARAMENTA 132 kV</b></p> <p>Cimentación maciza para soporte de aparata, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro, colocación y nivelación de pernos y estribos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fase, encofrado (en caso de ser necesario), suministro y colocación de tubos corrugados de 32mm de diámetro para paso de cables de tierras, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón según Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto, totalmente terminada.</p> <p>Autoválvulas 132 kV.....6 ud. Seccionador tripolar con p.a.t.....3 ud. Transformador de Tensión.....3 ud.</p>			
-------------	---	--	--	--



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Transformador de Intensidad.....3 ud. Interruptor tripolar.....2 ud. Soporte Apoyo Pararrayos.....1 ud. Soporte con aisladores de barras.....1 ud.			
01.03.01.02	<b>Ud CIMENTACIÓN PARA PÓRTICO 132 kV</b> Cimentación maciza para pórticos, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro, colocación y nivelación de pernos y estribos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fase, encofrado, suministro y colocación de tubos corrugados de 90mm de diámetro para paso de cables de fibra óptica hasta conexión con canal de cables y 32mm de diámetro para cables de tierra, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón según Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto, totalmente terminada.	19,00	298,57	5.672,83
01.03.01.03	<b>Ud BANCADA PARA TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV</b> Cimentación para transformador de potencia 132/30 kV, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro y colocación de armado de cualquier diámetro, suministro y vertido de hormigón, encofrado, suministro y colocación de tubos de acero inoxidable de diferentes diámetros para paso de cables de control y cables de tierra, suministro y colocación de tubos de acero inoxidable para drenaje de aceite, suministro y colocación de estructuras metálicas soporte, tramex, bolos apagafuegos tamaño mínimo 80/100, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón y acero según Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto, totalmente terminada.	2,00	3.731,81	7.463,62
01.03.01.04	<b>Ud CIMENTACIÓN PARA ELEMENTOS AUXILIARES</b> Cimentación maciza para soporte de elementos auxiliares, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación de fondo de excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, suministro, colocación y nivelación de pernos y estribos, suministro y colocación de hormigón en primera y segunda fase, encofrado, suministro y colocación de tubos corrugados de 32mm de diámetro para paso de cables de tierras, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos resultantes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares y ensayos de hormigón según Plan de Control de Calidad de la Obra, ejecutado de acuerdo a Pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto, totalmente terminada. Proyec.....1 ud. Farolas.....6 ud.	1,00	11.644,81	11.644,81
01.03.01.05	<b>PA RED COLECTORA DE ACEITE TRANSFORMADORES DE POTENCIA</b> Sistema colector de recogida de aceite del transformador de potencia en la subestación. Incluye foso de recogida de aceite ( o el numero estimado de fosos necesarios) para poder cumplir con la recogida de aceite en caso de vertido. Se incluye la red colectara necesaria entre la bancada del transformador y el foso (s). Sistema de extracción de aceite. todo ello segun el cumplimiento de la reglamentación actual vigente.	7,00	83,98	587,86

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUJULQU5XT verificable en https://colliar.e-geston.es



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1,00	12.398,91	12.398,91
<b>TOTAL APARTADO 01.03.01 CIMENTACIONES DE APARATOS .....</b>				<b>37.768,03</b>

**APARTADO 01.03.02 REDES DE DRENAJE, SANEAMIENTO Y ABASTECIMIENTO**

01.03.02.01	<p><b>ml DRENAJE BAJO CANAL</b></p> <p>Suministro e instalación de tubo drenante de PEAD de diámetro variable, profundidad ?2,00m, incluyendo (aunque no limitado): replanteo, excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación y carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes procedentes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, suministro y tendido de lecho de grava lavada 20/40, geotextil, parte proporcional de obras de fábrica necesarias, formación de pendientes, recalces, juntas y relleno de zanjas con material de préstamo o de excavación, limpieza, medios auxiliares y en general todos los elementos necesarios para su correcta ejecución de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.</p>			
01.03.02.02	<p><b>ml DRENAJE BAJO TERRENO EXPLANADO</b></p> <p>Suministro e instalación de tubo drenante de PEAD de diámetro variable, profundidad ?2,00m, para red de drenaje, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación y carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes procedentes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, cama de hormigón, formación de pendientes, recalces, juntas, relleno con grava lavada 20/40 envuelta con geotextil y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.</p>	25,00	30,65	766,25
01.03.02.03	<p><b>ml DRENAJE COLECTOR</b></p> <p>Suministro e instalación de tubo de PEAD de diferentes diámetros y profundidad ?2,00m, de doble pared, con la pared interna lisa y la pared exterior corrugada, para red de drenaje, tipo colector, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos con extracción de tierras a los bordes, refino, compactación del fondo de excavación, cama de hormigón, formación de pendientes, recalces, juntas, relleno con material seleccionado procedente de préstamo y/o excavación en laterales y sobre la tubería, rellenos (compactados al 98% P.M.) con material adecuado procedente de préstamo y/o excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo al Pliego Prescripciones Técnicas y Planos del Proyecto.</p>	50,00	44,20	2.210,00
01.03.02.04	<p><b>Ud ARQUETA DE VENTILACIÓN</b></p> <p>Arqueta de ventilación de hormigón que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación, hormigón de limpieza, rellenos (compactados al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, encofrados y tapa constituida por rejilla metálica galvanizada, tipo TRAMEX o similar, apoyada en cerco de angulares galvanizados, anclado al hormigón, tubos de PEAD de conexión con la red de drenaje y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.</p>	25,00	46,52	1.163,00
		1,00	110,50	110,50



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.03.02.05	<p><b>Ud ARQUETA DE REGISTRO</b></p> <p>Arqueta de registro, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación, hormigón de limpieza, rellenos (compactados al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, encofrados y tapa constituida por plancha de acero lagrimado con refuerzos, apoyada en cerco de angulares galvanizados, anclado al hormigón, tubos de PEAD de conexión con la red de drenaje y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.</p>			
01.03.02.06	<p><b>Ud ARQUETA DE REGISTRO BAJO CANAL</b></p> <p>Arqueta de registro bajo canal de cables de hormigón armado, que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación, hormigón de limpieza, rellenos (compactados al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, encofrados y tapa constituida por rejilla metálica galvanizada, tipo TRAMEX o similar, apoyada en cerco de angulares galvanizados, anclado al hormigón, tubos de PEAD de conexión con la red de drenaje y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.</p>	3,00	105,99	317,97
01.03.02.07	<p><b>Ud POZO COLECTOR PREFABRICADO</b></p> <p>Pozo de registro de hormigón armado prefabricado que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación, hormigón de limpieza, rellenos (compactados al 98% P.M.) con material procedente de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, encofrados y tapa metálica de fundición apoyada en cerco de angulares galvanizados, anclado al hormigón, tubos de PEAD de conexión con la red de drenaje y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto de profundidad.</p>	3,00	161,93	485,79
01.03.02.08	<p><b>ml CUNETA PERIMETRAL REVESTIDA</b></p> <p>CUNETA PERIMETRAL REVESTIDA</p> <p>Cuneta revestida según planos de proyecto que incluye, sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes procedentes de la excavación, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, y de medios auxiliares, suministro y colocación de armadura requerida en planos, de cualquier diámetro, encofrados y hormigón con formación de pendientes, realización de huecos, juntas, y demás suministros y actividades no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto y talud 1/1.</p>	1,00	1.131,95	1.131,95
		195,00	24,31	4.740,45
<b>TOTAL APARTADO 01.03.02 REDES DE DRENAJE, .....</b>				<b>10.925,91</b>



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

### APARTADO 01.03.03 CANALIZACIONES DE CABLES

01.03.03.01	<p><b>ml CANALIZACIÓN DE CABLES TIPO A</b></p> <p>Canal de cables TIPO A según plano, con drenaje, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, tubo de PE ranurado para drenaje, relleno de gravas de filtro y canal prefabricado con tapas y piezas soportes de cables, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares, tramos especiales con sus tapas (codos, té, etc.), de encuentros con otros canales y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto.</p>			
		28,00	85,78	2.401,84
01.03.03.02	<p><b>ml CANALIZACIÓN DE CABLES TIPO B</b></p> <p>Canal de cables TIPO B según plano, con drenaje, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, tubo de PE ranurado para drenaje, relleno de gravas de filtro y canal prefabricado con tapas y piezas soportes de cables, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares, tramos especiales con sus tapas (codos, té, etc.), de encuentros con otros canales y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto.</p>			
		14,00	115,40	1.615,60
01.03.03.03	<p><b>ml CANALIZACIÓN DE CABLES TIPO C</b></p> <p>Canal de cables TIPO B según plano, con drenaje, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, tubo de PE ranurado para drenaje, relleno de gravas de filtro y canal prefabricado con tapas y piezas soportes de cables, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares, tramos especiales con sus tapas (codos, té, etc.), de encuentros con otros canales y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto.</p>			
		7,00	120,55	843,85
01.03.03.04	<p><b>ml CANALIZACIÓN CABLES DE POTENCIA</b></p> <p>Canal de cables POTENCIA según plano, con drenaje, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, tubo de PE ranurado para drenaje, relleno de gravas de filtro y canal prefabricado con tapas y piezas soportes de cables, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares, tramos especiales con sus tapas (codos, té, etc.), de encuentros con otros canales y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto.</p>			
		18,50	257,30	4.760,05
01.03.03.05	<p><b>ml ARQUETA DE REGISTRO DE CABLES</b></p> <p>Arqueta para cables de 1,00x1x00x1,20 que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, compactación del fondo de la excavación, hormigón de limpieza, rellenos (compactados al 98% P.M.) con material procedente de la ex-</p>			



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<p>cavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, apertura de rozas de ser necesario y medios auxiliares, encofrados, tapa metálica, tubo de desagüe, relleno de grava 30/50 en la salida de desagüe, tubo de PEAD de doble pared con interior liso y exterior corrugado de diámetro variable según situación, hasta conectar con canal de cables o edificio y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos.</p>	1,00	210,75	210,75
<b>TOTAL APARTADO 01.03.03 CANALIZACIONES DE CABLES.....</b>				<b>9.832,09</b>
<b>APARTADO 01.03.04 EDIFICIO</b>				
01.03.04.01	<p><b>m2 EDIFICIO DE CONTROL Y CELDAS</b>            Edificio de control y de celdas de media tensión, incluyendo sin carácter limitativo: excavación, cimentaciones, soleras, estructura portante de hormigón o metálica, forjados, cubiertas, cerramientos exteriores aislados, tabiques interiores, canalizaciones, carpintería metálica, acabados en suelos, techos y paredes y pintura exterior e interior, totalmente terminado.</p>			
01.03.04.02	<p><b>ml RED DE TIERRAS DE EDIFICIOS</b>            Red de tierras de edificio, que incluye, sin carácter limitativo: suministro y tendido de conductor de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup>, y conductor de cobre de 35 mm<sup>2</sup>, parte proporcional de soldaduras aluminotérmicas en los cruces de la malla, suministro y montaje de terminales de presión, grapas, tacos de anclaje químico Ø 6 mm, pletina de cobre de 40x4 y sus uniones atornilladas y en general todos los medios necesarios para una correcta ejecución.</p>	330,00	270,12	89.139,60
01.03.04.03	<p><b>Ud INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN DE EDIFICIOS</b>            Suministro y montaje de instalaciones propias del edificio correspondientes a alumbrado, incluyendo: suministro y montaje de luminarias, así como todos sus accesorios de montaje, tubos, canaletas, cajas de conexión y derivación, hilo de línea, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.</p>	152,00	31,88	4.845,76
01.03.04.04	<p><b>Ud INSTALACIÓN ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA DE EDIFICIOS</b>            Montaje de instalaciones propias del edificio correspondientes a alumbrado de emergencia, incluyendo: suministro y montaje de luminarias de emergencia de 310 lúmenes, interruptores, así como todos sus accesorios de montaje, tubos, canaletas, cajas de conexión y derivación, hilo de línea, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.</p>	1,00	6.110,00	6.110,00
01.03.04.05	<p><b>Ud INSTALACIÓN DE FUERZA DEL EDIFICIO</b>            Montaje de instalaciones propias del edificio correspondientes a fuerza, incluyendo: suministro y montaje de cajas combinadas con base de enchufe tripolar 32 A 400 V ca y/o base de enchufe bipolar 16 A 220 V ca, así como todos sus accesorios de montaje, cajas, marcos, canaleta, cajas de conexión y derivación, hilo de línea y cuadro de protecciones mural, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.</p>	1,00	1.589,90	1.589,90
01.03.04.06	<p><b>Ud INSTALACIÓN DE TELEFONIA DEL EDIFICIO</b>            Montaje de instalaciones propias del edificio correspondientes a telefonía y comunicaciones, inclu-</p>	1,00	3.135,30	3.135,30



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	yendo: suministro y montaje de rosetas dobles RJ45, base interior, base intemperie, así como todos sus accesorios de montaje, tubos, canaleta, cable UTP-6 categoría 6, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.			
01.03.04.07	<b>PA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE EDIFICIO</b> Montaje de instalaciones propias del edificio correspondientes a calefacción, climatización y ventilación, así como todos sus accesorios de montaje, tubos, canaleta, hilo de línea, cajas de conexión y derivación, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.	1,00	2.186,12	2.186,12
01.03.04.08	<b>Ud INSTALACIÓN DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS DE EDIFICIO</b> Suministro, montaje y puesta en marcha de instalaciones propias del edificio correspondientes a sistemas contraincendios, incluyendo: suministro de extintores, detectores, accesorios de montaje, tubos, canaleta, hilo de línea, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.	1,00	5.760,80	5.760,80
01.03.04.09	<b>PA INSTALACIÓN DEL SISTEMA ANTI INTRUSISMO DE EDIFICIO</b> Suministro, montaje y puesta en marcha de instalaciones propias del edificio correspondientes a sistemas antiintrusismo, incluyendo: suministro de central de alarma, detectores, sirena interior, mástil y cámara de videovigilancia adosado a muro exterior, utilizando todos los medios necesarios para su correcto funcionamiento.	1,00	2.266,45	2.266,45
		1,00	4.131,00	4.131,00
<b>TOTAL APARTADO 01.03.04 EDIFICIO .....</b>				<b>119.164,93</b>

### APARTADO 01.03.05 ACABADO PARQUE Y CERRAMIENTO PERIMETRAL

01.03.05.01	<b>m2 EXTRENDIDO DE GRAVA 20/40</b> Extendido de capa de grava de granulometría 20/40, procedente de machaqueo de piedra, de 10 cm de espesor sobre la superficie no ocupada por cimentaciones, edificio, canalizaciones y viales, incluye suministro, carga y transporte.			
01.03.05.02	<b>m2 VIAL INTERIOR DE SUBESTACIÓN</b> Vial de anchura según planos, realizado en base a hormigón para viales, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos en formación de caja para viales, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios auxiliares, suministro y colocación de las distintas capas constituyentes, parte proporcional de armados para retracción, realización de juntas, pendientes, incluso suministro y colocación de bordillos laterales de hormigón prefabricados y de la correspondiente base para su asiento. Se incluye asimismo parte proporcional de ensanches para cambios de dirección y todos los elementos necesarios para su completa terminación según Pliegos .	783,00	3,41	2.670,03
01.03.05.03	<b>m2 ACERA PERIMETRAL</b> Acera peatonal de anchura y características según detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno con medios mecánicos en formación de caja, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza y medios	307,61	30,77	9.465,16



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	auxiliares, suministro y colocación de enchado, lámina de polietileno, losa de hormigón HM-25 de 10 cm de espesor y pavimento de baldosas de mortero gris, incluido parte proporcional de suministro y colocación de bordillos laterales de hormigón prefabricados y de la correspondiente base para su apoyo y todos los elementos necesarios para su completa terminación según Pliegos			
01.03.05.04	<b>ml CERRAMIENTO PERIMETRAL</b> Cerramiento metálico perimetral, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, construcción del murete de hormigón, suministro y montaje de pies derechos de tubo de acero galvanizado de Ø48 mm de diámetro y 1,50 mm de espesor, tela metálica de simple torsión 50x50x3mm de acero dulce galvanizado, remate en su parte superior formado por tres filas de alambres de Ø3 mm cada 15 cm aproximadamente, todas ellas galvanizadas, relleno con material de excavación compactado al 100% P.M., carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, tornapuntas, postes de esquina, cables tensores, medios auxiliares y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutada de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.	61,76	23,15	1.429,74
01.03.05.05	<b>Ud PUERTA VEHICULAR Y PEATONAL</b> Suministro e instalación de puerta de vehículos de 6 m de luz libre y 2,3 m de altura, de una hoja corredera motorizada, formada por tubos rectangulares y chapa lisa de 2 mm de espesor, incluso elementos de rodadura, anclajes, pernos, embebidos, topes, con apertura y cierre automático, mecanismos y colocación; y puerta de acceso peatonal de 1 m de luz libre y 2,3 m de altura, de una hoja, incluso cerradura, y elementos de seguridad automáticos, anclajes, pernos embebidos y colocación. Asimismo, se incluyen pilastras de hormigón, rellenos, conexionado a la red de tierras inferiores, etc. todos los elementos necesarios para su completa terminación de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos del Proyecto.	158,40	90,57	14.346,29
		1,00	7.503,75	7.503,75
<b>TOTAL APARTADO 01.03.05 ACABADO PARQUE Y .....</b>				<b>35.414,97</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.03 OBRA CIVIL .....</b>				<b>213.105,93</b>

**SUBCAPÍTULO 01.04 APARAMENTAS Y EMBARRADOS**

**APARTADO 01.04.01 TRANSFORMADORES**

01.04.01.01	<b>Ud TRANSFORMADOR DE POTENCIA 132/30 kV 85 MVA</b> Suministro, transporte, descarga, montaje y pruebas de transformador de potencia 132/30 kV, de tipo trifásico acorazado y todas las actuaciones para una correcta instalación y totalmente en marcha, con las siguientes características principales: Nº de unidades..... 1 Tipo.....sumergido en aceite Instalación.....Intemperie Número de fases.....3 Frecuencia nominal.....50 Hz Potencias asignadas:.....80/85 MVA Modo de refrigeración.....ONAN/ONAF Conexión.....YNd11 Clase de aislamiento.....A Normas constructivas y ensayo UNE 20-100, IEC 60076, UNE 207005
-------------	---



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.04.01.02	<b>Ud TRANSFORMADOR DE SSAA</b> Suministro, transporte, montaje y pruebas de transformador de servicios auxiliares 30/0,4 kV 50 kVA, incluyendo todos los elementos necesarios para una correcta instalación y totalmente en marcha.	1,00	225.687,17	225.687,17
		1,00	16.180,40	16.180,40
<b>TOTAL APARTADO 01.04.01 TRANSFORMADORES .....</b>				<b>241.867,57</b>

### APARTADO 01.04.02 APARAMENTA ALTA TENSIÓN

01.04.02.01	<b>Ud AUTOVÁLVULA 132 kV</b> Suministro, transporte, montaje y pruebas de autoválvulas de 132 kV, 10 kA incluidos los contadores de descarga por fase y bases aislantes.	6,00	1.717,57	10.305,42
01.04.02.02	<b>Ud TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 132 kV</b> Transformadores de tensión con relación de transformación 132.000:73 /110:73 - 110:73 - 110:3 V, potencias de precisión 50VA-50VA-50VA y clase de precisión cl. 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 0.5 3P, incluida estructura metálica y montaje.	3,00	4.190,11	12.570,33
01.04.02.03	<b>Ud SECCIONADOR TRIPOLAR CON PAT 132 kV</b> Seccionador tripolar 132 kV, 1250 A, 31,5 kA con cuchillas de puesta a tierra, incluida estructura y montaje.	1,00	6.736,08	6.736,08
01.04.02.04	<b>Ud INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 132 kV</b> Interruptor automático trifásico, mando tripolar, 132 kV, 2000 A, 31,5 kA incluida estructura metálica y montaje.	1,00	22.423,53	22.423,53
01.04.02.05	<b>Ud TRANSFORMADOR INTENSIDAD 132 kV</b> Transformadores de intensidad con relación de transformación 200-400 /5-5-5-5 A, potencias de precisión 20 VA-30 VA-30VA-30VA-30VA y clase de precisión cl 0,2 s – cl. 0.5 – 5P20 - 5P20 - 5P20 incluida estructura metálica y montaje.	3,00	4.699,79	14.099,37
<b>TOTAL APARTADO 01.04.02 APARAMENTA ALTA TENSIÓN .....</b>				<b>66.134,73</b>



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 01.04.03 APARAMENTA MEDIA TENSIÓN</b>				
01.04.03.01	Ud SECCIONADOR TRIPOLAR 30 kV Seccionador 36 kV intemperie, 1250 A 25kA, incluido montaje y estructura.			
01.04.03.02	UD AUTOVÁLVULA 30 kV Suministro, transporte, montaje y pruebas de autoválvulas de 36 kV, 10 kA incluidos los contadores de descarga por fase y bases aislantes.	1,00	3.579,67	3.579,67
		3,00	910,12	2.730,36
<b>TOTAL APARTADO 01.04.03 APARAMENTA MEDIA TENSIÓN .....</b>				<b>6.310,03</b>
<b>APARTADO 01.04.04 EMBARRADOS Y MATERIAL DE CONEXIÓN</b>				
01.04.04.01	PA MATERIAL DE CONEXIÓN Suministro y montaje de cable para interconexionado de aparamenta de AT necesaria para una correcta ejecución.			
01.04.04.02	Ud PÓRTICO DE LÍNEA Pórtico de línea eN S.E.T y para tendidos altos. Incluido suministro, acopio, armado, izado, puesta a tierra y placa señalización. Completamente finalizado.	1,00	4.155,02	4.155,02
		1,00	6.194,17	6.194,17
<b>TOTAL APARTADO 01.04.04 EMBARRADOS Y MATERIAL DE CONEXIÓN .....</b>				<b>10.349,19</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.04 APARAMENTAS Y EMBARRADOS .....</b>				<b>324.661,52</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.05 ARMARIOS PROTECCIÓN, CONTROL MEDIDA Y AUXILIARES</b>				
<b>APARTADO 01.05.01 MEDIDA, CONTROL Y PROTECCIÓN</b>				
01.05.01.01	Ud ARMARIO PROTECCIÓN Y CONTROL POS. TRAFÓ-LÍNEA 132 kV Suministro, montaje y puesta en servicio de armario de protección y control para posición de trafa-línea 132 kV, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.			
01.05.01.02	Ud ARMARIO PARA SCADA Suministro, montaje y puesta en servicio de armario de SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento	1,00	15.660,91	15.660,91
01.05.01.03	Ud ARMARIO DE COMUNICACIONES Suministro, montaje y puesta en marcha de armario de comunicaciones, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento	1,00	11.665,21	11.665,21
		1,00	10.873,06	10.873,06



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.05.01.04	Ud ARMARIO MEDIDA Suministro, montaje y puesta en marcha de armario para tarificación con sistema de medida-facturación principal y redundante, y salida para comunicación por fibra óptica, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento	1,00	2.379,82	2.379,82
<b>TOTAL APARTADO 01.05.01 MEDIDA, CONTROL Y PROTECCIÓN .....</b>				<b>40.579,00</b>
<b>APARTADO 01.05.02 SERVICIOS AUXILIARES</b>				
01.05.02.01	GRUPO ELECTRÓGENO Suministro, transporte, montaje y puesta en marcha de grupo electrógeno incluyendo depósito de combustible.	1,00	6.249,29	6.249,29
01.05.02.02	Ud ARMARIO DE SERVICIOS AUXILIARES C.A Suministro, transporte, montaje y puesta en marcha de armario de servicios auxiliares de corriente alterna, según nota 1, incluido SAI 1500 VA.	1,00	7.826,15	7.826,15
01.05.02.03	Ud ARMARIO DE SERVICIOS AUXILIARES C.C Suministro de armario de servicios auxiliares de corriente continua 125 Vcc y 48 Vcc, según nota 1, con 2 convertidor 125/48 Vcc de 1500 W (48 V para equipos de comunicaciones)	1,00	3.480,29	3.480,29
01.05.02.04	Ud EQUIPO RECTIFICADOR-BATERÍA Suministro de equipo rectificador-batería 100Ah	2,00	5.897,01	11.794,02
<b>TOTAL APARTADO 01.05.02 SERVICIOS AUXILIARES .....</b>				<b>29.349,75</b>
<b>APARTADO 01.05.03 CELDAS 30 kV</b>				
01.05.03.01	Ud CELDA DE PROTECCIÓN LÍNEA M.T 30 kV Celda 36 kV, 2000 A en barras, 630 A en derivación, 25 kA, para protección de línea de 30 kV, con aislamiento sólido y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de medida. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes, instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	1,00	18.096,10	18.096,10
01.05.03.02	Ud CELDA DE PROTECCIÓN TRANSFORMADOR 30 kV. Celda 36 kV, 2000 A, 25 kA, para protección de transformador, con aislamiento sólido y corte en SF6, incluido montaje, cables, terminales y transformadores de medida. Incluye sistema de protección de celda y analizador de redes, instalado y verificado con sus correspondientes pruebas.	1,00	22.328,14	22.328,14
01.05.03.03	Ud CELDA TRANSFORMADOR SSAA Celda 36 kV, 2000 A en barras, 630 A en derivación, 25 kA para protección de transformador de			



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	servicios auxiliares, mediante seccionador-interruptor con fusible de 10 A incorporado, incluido montaje, cables, terminales de cables y conectados.			
01.05.03.04	<b>Ud TRANSFORMADORES DE TENSIÓN EN BARRAS</b> Transformadores de tensión para medida en barras de 30 kV, con relación de transformación 33.000:73 /110:73 - 110:73 - 110:3 V , potencias de precisión 25VA-25VA-25VA y clase de precisión cl. 0.2 – cl. 0.5 3P – cl. 3P, incluida montaje sobre las barras de 30 kV.	1,00	14.883,57	14.883,57
		3,00	2.860,30	8.580,90
<b>TOTAL APARTADO 01.05.03 CELDAS 30 kV.....</b>				<b>63.888,71</b>
<b>APARTADO 01.05.04 MATERIALES AUXILIARES</b>				
01.05.04.01	<b>PA MATERIALES AUXILIARES</b> Suministro e instalación de: Proyectors, farolas, cables de control y protección, cables de fuerza, cable de fibra óptica y comunicaciones, placas y letreros, panoplia..			
		1,00	10.625,01	10.625,01
<b>TOTAL APARTADO 01.05.04 MATERIALES AUXILIARES.....</b>				<b>10.625,01</b>
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.05 ARMARIOS PROTECCIÓN,.....</b>				<b>144.442,47</b>
<b>SUBCAPÍTULO 01.06 SERVICIOS Y VARIOS</b>				
<b>APARTADO 01.06.01 SERVICIOS Y VARIOS</b>				
01.06.01.01	<b>PA CONTROL DE CALIDAD OBRA CIVIL</b> Control de Calidad, incluyendo ensayos de hormigón según norma EHE, áridos según norma PG-3, así como los explícitamente indicados en el Pliego de Condiciones del proyecto y otros que pudiera requerir la Dirección de Obra			
		1,00	6.017,97	6.017,97
01.06.01.02	<b>PA ENSAYOS PREVIOS A PUESTA EN SERVICIO</b> Ensayos reglamentarios previos a la puesta en servicio de la subestación, de acuerdo con la legislación vigente, incluidas las mediciones de la resistencia de tierra y de las tensiones de paso y contacto y resistencia de puesta a tierra para la instalación, incluyendo emisión de certificado oficial.			
		1,00	17.893,50	17.893,50
01.06.01.03	<b>PA PRUEBAS FUNCIONALES</b> Realización de pruebas funcionales, con verificación de señales de campo, órdenes de maniobra de aparataje, bloqueos y automatismos.			
		1,00	14.423,50	14.423,50
01.06.01.04	<b>PA VERIFICACIÓN DE SEÑALES</b> Verificación de todas las señales de campo que se envían al sistema de control y asistencia en las pruebas de funcionamiento de los sistemas de control y de comunicaciones.			



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01.06.01.05	<b>PA PRUEBAS DE INYECCIÓN POR PRIMARIO</b> Pruebas de inyección por primario de todos los transformadores de tensión e intensidad de medida y protección, con validación de relaciones de transformación y comprobación de fases.	1,00	10.910,80	10.910,80
01.06.01.06	<b>PA PUESTA EN SERVICIO</b> Puesta en servicio total de la subestación hasta su energización, incluidos todos los equipos de pruebas, repuestos y consumibles necesarios durante la puesta en marcha de la subestación, así como la elaboración de los procedimientos y protocolos de pruebas.	1,00	3.939,31	3.939,31
		1,00	5.936,15	5.936,15
	<b>TOTAL APARTADO 01.06.01 SERVICIOS Y VARIOS .....</b>			<b>59.121,23</b>
	<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.06 SERVICIOS Y VARIOS .....</b>			<b>59.121,23</b>
	<b>TOTAL CAPÍTULO 01 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV .....</b>			<b>791.524,81</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUJULQUJ6XT verificable en <https://coliar.e-gestion.es>

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº. Colegiado: 0001937 JOSE LUIS GARCIA BENA VISADO Nº. 202304-23A DE FECHA 25/5/23 INGENIERO DE PROFESION <b>EVISADO</b></p> </div>
---	---	---

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 LÍNEA AÉREA 132 kV				
02.01	<p><b>m3 Excavación cimentación apoyos</b> Excavación de pozo de cimentación mediante retroexcavadora y extracción de tierra a los bordes. Incluso carga y transporte a lugar de acopio y vertedero</p>			
02.02	<p><b>m3 Hormigón HM-20/B/20/B/IIa</b> Hormigón en masa para cimentación HM-20/B/20/IIaSR de resistencia característica a compresión 20 MPa (N/mm<sup>2</sup>), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (&gt;65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, con cemento sulforresistente, elaborado en central. Totalmente realizado; encofrado de madera, vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.</p>	33,00	40,00	1.320,00
02.03	<p><b>m3 Hormigón de limpieza HM-15</b> Hormigón en masa para limpieza y nivelación de fondos de cimentación HM-15 de resistencia característica a compresión 15 MPa (N/mm<sup>2</sup>), en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (&gt;65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación, elaborado en central. Totalmente realizado; encofrado de madera, i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.</p>	36,00	110,00	3.960,00
02.04	<p><b>kg Apoyos</b> Apoyos compuestos por perfiles angulares de alas iguales totalmente atornillado; constituidos por tramos troncopiramidales cuadrados. Realizados con aceros S355JR y S275 JR. Incluido suministro, acopio, armado, izado, puesta a tierra y placa señalización. Totalmente instaladas. El fabricante deberá comprobar los árboles de carga.</p>	2,00	82,53	165,06
02.05	<p><b>u Cadena simple en amarre de 10 aisladores U160BL</b> Cadena simple de amarre, de 10 aisladores de vidrio U160BL, con una carga de rotura de 16000 kg. Completamente instalados y funcionando</p>	8.163,00	2,10	17.142,30
02.06	<p><b>u Accesorios herrajes amarre</b> Suministro e instalación de herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158, compuesto por grillete, anilla, rótula, separadores, amortiguador, contrapesos de puentes etc. Completamente instalados y colocados. Amarre Stock</p>	18,00	320,00	5.760,00
02.07	<p><b>u Herrajes amarre OPGW</b> Suministro e instalación de herrajes de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158, compuesto por grillete, anilla, rótula, separadores, amortiguador, contrapesos de puentes etc. Completamente instalados y colocado. Amarre Stock</p>	18,00	160,00	2.880,00

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA Nº. Colegiado: 0001937 JOSE LUIS GARCIA BORDINA VISADO Nº. 02304-23A DE FECHA: 25/5/23 INGENIERO EN ELECTRICIDAD <b>EVISADO</b></p>
---	---	--

### PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.08	<p><b>u Salvapajaros</b> Suministro e instalacion cada 10 m de sistema salvapajaros mediante balizas con material luminiscente</p>	4,00	35,00	140,00
02.09	<p><b>u Señalización</b> Suministro e instalación de dos placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea y símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa</p>	15,00	6,00	90,00
02.10	<p><b>u Puesta a tierra apoyos no frecuentados</b> Los apoyos irán provistos de picas de puesta a tierra y rabillo de conexión 50 mm de CU.</p>	2,00	15,00	30,00
02.11	<p><b>m Conductor LA-380, en circuito simple</b> Suministro y tendido cable "LA-380 (337-AL1/44-ST1A)" 1x(381,5) mm2 en circuito simple. Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno.</p>	2,00	80,00	160,00
02.12	<p><b>m Conductor OPGW - 48</b> Suministro y tendido Cable OPGW-48. Totalmente montado, tendido y probado, incluso recogido y limpieza de cables y bobinas, incluyendo descarga de bobinas llenas y carga de bobinas vacías de retorno. Incluido empalmes y cajas de conexiones</p>	550,00	3,80	2.090,00
02.13	<p><b>u Conexionado SET</b> Suministro e instalación de materiales y accesorios para conexión con estructura pórtico de las subestaciones de conexión</p>	200,00	3,80	760,00
		2,00	4.500,00	9.000,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 02 LÍNEA AÉREA 132 kV .....</b>			<b>43.497,36</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electronico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUJULQUJ6XT verificable en https://coliar.e-gestion.es

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº. Colegiado: 0001937  JOSE LUIS GARCIA BORDINA  VISADO el día 25/05/2023  DE FECHA 25/5/23  INGENIERO EN ELECTRICIDAD</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">inproin</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">E-VISADO</p> </div>
---	--	--

## PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 GESTIÓN DE RESIDUOS				
03.01	PA GESTIÓN DE RESIDUOS Gestión de Residuos. Según normativa ESTATAL / AUTONOMICA.	1,00	1.012,35	1.012,35
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>				<b>1.012,35</b>
CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD				
04.01	P.A. Seguridad y Salud Partida alzada destinada a Seguridad y Salud en obra, destinada tanto a protecciones individuales como colectivas y a la señalización de obra (limitación de velocidad, obras, movimiento de maquinaria pesada, señalistas, etc.) y mantenimiento de la misma, durante la fase construcción y montaje de la subestación y línea en tramos de menor visibilidad, accesos y cruces con otras carreteras o caminos, LAT y otros. Incluido esta partida el riego periódico de viales durante la obra.	1,00	21.526,26	21.526,26
<b>TOTAL CAPÍTULO 04 SEGURIDAD Y SALUD.....</b>				<b>21.526,26</b>
<b>TOTAL .....</b>				<b>857.560,78</b>

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUIULQUJ6XT verificable en <https://colliar.e-gestion.es>



# DOCUMENTO 04. PRESUPUESTO

## Parte B. – Resumen

## RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV .....	791.524,81
-01.01	-MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	44.807,33
-01.02	-RED DE PUESTA A TIERRA.....	5.386,33
-01.03	-OBRA CIVIL .....	213.105,93
-01.04	-APARUMENTAS Y EMBARRADOS.....	324.661,52
-01.05	-ARMARIOS PROTECCIÓN, CONTROL MEDIDA Y AUXILIARES .....	144.442,47
-01.06	-SERVICIOS Y VARIOS.....	59.121,23
02	LÍNEA AÉREA 132 kV .....	43.497,36
03	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1.012,35
04	SEGURIDAD Y SALUD .....	21.526,26
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL (P.E.M.)</b>		<b>857.560,78</b>
	10,00 % Gastos generales (G.G.).....	85.756,08
	15,00 % Beneficio industrial (B.I.).....	128.634,12
SUMA DE G.G. y B.I.		214.390,20
HONORARIOS DE PROFESIONALES		
	Proyecto 3,00 % s/ (P.E.M.+G.G.+B.I.).....	32.158,53
	Dirección de obra 2,00 % s/ (P.E.M.+G.G.+B.I.).....	21.439,02
TOTAL HONORARIOS PROFESIONALES (HH.PP.)		53.597,55
TOTAL OTROS (G.G.+B.I.+HH.PP.)		267.987,74
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL (P.E.M.+OTROS)</b>		<b>1.125.548,52</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO VEINTICINCO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

Mayo 2023



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

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

# DOCUMENTO 04. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## ÍNDICE

1	CONDICIONES GENERALES .....	4
1.1	OBJETO .....	4
1.2	DISPOSICIONES GENERALES .....	4
1.2.1	CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES .....	4
1.2.2	SEGURIDAD EN EL TRABAJO.....	4
1.2.3	SEGURIDAD PÚBLICA.....	5
1.3	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	5
1.4	MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO.....	6
1.5	OBRAS AUXILIARES.....	6
2	CONDICIONES TÉCNICAS.....	6
2.1	NORMATIVA LEGAL APLICABLE .....	6
2.1.1	OBJETO Y ALCANCE.....	6
2.1.2	DEFINICIONES.....	6
2.1.3	DESARROLLO.....	6
2.2	REDES DE BAJA TENSIÓN.....	8
2.2.1	OBJETO Y ALCANCE .....	8
2.2.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	8
2.2.3	DESARROLLO.....	9
2.2.4	PRUEBAS Y ENSAYOS.....	10
2.3	REDES DE 30 KV.....	11
2.3.1	OBJETO Y ALCANCE .....	11
2.3.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	11
2.3.3	DESARROLLO.....	11
2.4	RED DE TIERRA.....	15
2.4.1	OBJETO Y ALCANCE.....	15
2.4.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	15
2.4.3	DESARROLLO.....	15
2.5	EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	20
2.5.1	OBJETO Y ALCANCE .....	20
2.5.2	DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA .....	21
2.6	ESTRUCTURA METÁLICA.....	23
3	CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS .....	25
3.1	PLAZO DE REPLANTEO .....	25
3.2	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	25
3.3	RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	25
3.4	PLAZO DE GARANTÍA.....	25



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



3.5	RECEPCIÓN DEFINITIVA .....	25
3.6	GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN .....	26
3.7	MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS .....	26



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 1 CONDICIONES GENERALES

### 1.1 OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de la subestación eléctrica y línea de alta tensión, necesarias para la evacuación de la central de generación eléctrica de tecnología fotovoltaica promovida en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza) y cuyas características se definen en la Memoria y Planos del mismo.

### 1.2 DISPOSICIONES GENERALES

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que, en lo sucesivo, se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 "Contratación de obras. Condiciones generales", siempre que no sea modificada por el presente Pliego de Condiciones.

#### 1.2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES

En la ejecución de este proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego, se aplicarán todas las Normas Legales Vigentes en la fecha de su aprobación que le sean de aplicación y que se encuentren recogidas en Disposiciones y Reglamentos, las Recomendaciones de UNESA y las disposiciones encuadradas en los Proyectos Tipo de Electrificación Rural y Urbana.

La Dirección de Obra podrá parar la misma si observara el incumplimiento de las Normas contenidas en este Pliego o de aquellas a las que no se hace referencia expresa y sean de aplicación, y procederá en consecuencia si estas faltas no quedan inmediatamente subsanadas.

En cualquier caso, no tendrá el Contratista derecho a indemnización alguna cuando la modificación que se introduzca obedezca al hecho de tener que cumplir lo mandado en cualquier Disposición Legal Vigente en la fecha de redacción de este proyecto, aun cuando en la misma no haya sido tenido en cuenta.

#### 1.2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en los Reales Decretos que la desarrollan, además de los distintos reglamentos y normativas que sean de aplicación en materia de seguridad y salud.

De igual modo, deberá proveer cuanto sea preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios estén trabajando en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas para eliminar o reducir los riesgos profesionales según se indican en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en el Plan de Seguridad y Salud que se elaborará posteriormente, pudiendo el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, suspender los trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, podrá exigir por escrito al Contratista el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, pueda producir accidentes que hagan peligrar su integridad física o la de sus compañeros.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Igualmente, el Director de Obra podrá requerir al Contratista, en cualquier momento, los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

En el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto se describen todos los riesgos a que están expuestos los trabajadores y las medidas correctoras para eliminar o minimizar éstos riesgos.

Tal y como se indica en el R.D. 1627/1997, antes del comienzo de los trabajos cada contratista deberá de presentar un Plan de Seguridad y Salud para los trabajos que va a realizar que contendrá, como mínimo, los riesgos indicados en el Estudio de Seguridad y Salud de éste proyecto.

Dichos Planes de Seguridad y Salud deberán de ser aprobados por el Director de Obra o por el Coordinador de Seguridad, en su caso, y cumplidos por los contratistas.

En el caso de que durante el transcurso de los trabajos aparezcan nuevos riesgos no contenidos en los Planes de Seguridad y Salud, el Director de Obra o el Coordinador de Seguridad, en su caso, deberá de incluirlos y proponer las medidas correctoras oportunas para corregirlos o minimizarlos.

### 1.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El Contratista deberá tomar las precauciones máximas en las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y demás elementos del entorno de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

Se deberá de prohibir el acceso a la obra a personas ajenas a ésta e incluir en el Plan de Seguridad y Salud correspondiente los riesgos a terceros, tal como se indica en el Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto.

El Contratista mantendrá una póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados frente a las responsabilidades por daños, civil, etc. en que uno u otros puedan incurrir como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## 1.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades inherentes, quedando obligado al pago de los salarios y todas aquellas cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de las obras.

La organización de la obra, la determinación de la procedencia de los materiales a emplear y la responsabilidad de la seguridad contra accidentes correrán a cargo del Contratista, el cual deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, de la procedencia de los materiales, así como observar cuantas órdenes de éste.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y de cuantos gastos vaya a realizar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% a los del mercado, el Contratista solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de urgencia manifiesta, en los que se dará cuenta posteriormente.

Las órdenes, consultas y cualquier tipo de comunicaciones que puedan influir en la buena marcha de las obras se harán por escrito.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 1.4 MEJORAS Y MODIFICACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni modificaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente, y por escrito, por el Director de Obra y cuyo precio haya sido convenido antes de proceder a su ejecución.

La Dirección de Obra podrá introducir modificaciones originadas por nuevas necesidades o causas técnicas no detectadas anteriormente.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista y a los mismos precios que la principal.

Las variaciones del proyecto que supongan la inclusión de nuevas unidades de obra se valorarán conforme a los siguientes criterios, por orden de preferencia:

- Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.
- Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.
- Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.
- Precios contradictorios fijados reglamentariamente.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista principal.

## 1.5 OBRAS AUXILIARES

Las obras auxiliares que para la ejecución de todas las proyectadas haya de realizar el Contratista serán siempre por su cuenta, pero su disposición y planos habrán de ser aprobados previamente por el Director de Obra.

En cualquier caso, las obras auxiliares se ejecutarán también de acuerdo con las condiciones que se estipulen en este Pliego.

## 2 CONDICIONES TÉCNICAS

### 2.1 NORMATIVA LEGAL APLICABLE

#### 2.1.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta documentación tiene por objeto establecer la normativa legal de ámbito nacional a la que deberá ajustarse el diseño, construcción y montaje de las instalaciones que forman parte de la Subestación Eléctrica 30/132 kV y Líneas Aéreas 132 kV.

#### 2.1.2 DEFINICIONES

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

#### 2.1.3 DESARROLLO

La normativa legal aplicable es la que a continuación se relaciona. De las normas se utilizará la última revisión editada.

##### 2.1.3.1 Electricidad

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- IEEE Std-1094. Recommended Practice for the Electrical Design and Operation of Windfarm Generating Stations.
- IEEE Std-367. Guide for Determining the Maximum Electric Power Station Ground Potential Rise and Induced Voltage from Power Fault.
- IEEE Std-142. Recommended Practice for Grounding Industrial and Commercial Power Systems.
- IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

#### 2.1.3.2 Telecomunicaciones

- 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.

#### 2.1.3.3 Obra Civil Y Estructuras

- Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-size: small;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">Nº Colegiado: 2001937 JOSE LUIS OVEJUNA VISADO Nº: 2304-23A DE FECHAS: 25/5/23 INGENIERIA PROYECTOS</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">inproin</p> <p style="text-align: center; font-size: large; font-weight: bold; color: blue;">VISADO</p> </div>
---	---	--

- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

#### 2.1.3.4 Seguridad e Higiene

- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

## 2.2 REDES DE BAJA TENSIÓN

### 2.2.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que debe reunir la red de Baja Tensión de una Subestación Eléctrica Transformadora.

### 2.2.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, sus Instrucciones Técnicas Complementarias y las normas de referencia en él incluidas.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 2.2.3 DESARROLLO

### 2.2.3.1 Red Subterránea.

#### Cables.

##### *Secciones y Materiales.*

Los conductores serán de Cobre o Aluminio, de la sección adecuada a la intensidad que transportan.

El cálculo técnico de los cables se realizará por:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.
- Cortocircuito.

Además del cálculo técnico, los cables se calcularán utilizando un criterio económico para minimizar el costo del conjunto inversión y pérdidas.

##### *Aislamiento.*

Siempre que sea posible, el material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de 0,6/1 KV.

##### *Armadura.*

Cuando se utilicen, por razones de seguridad, cables con protección mecánica, esta se realizará preferentemente mediante corona de alambres de acero galvanizado.

##### *Cubierta.*

La cubierta exterior del cable será preferentemente de policloruro de vinilo (PVC) de color negro. Deberá llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante.

##### *Composición.*

Los cables de potencia serán unipolares si su sección es superior a 50 mm<sup>2</sup>.

##### *Empalmes.*

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes en las redes de Baja Tensión solo se podrá realizar con la autorización expresa de la Dirección de Obra.

El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

##### Montaje.

Los cables se instalarán en zanjas construidas al efecto, sobre cama de arena lavada de río de 150 mm de espesor como mínimo, en una sola capa y suficientemente distanciados para que no se produzcan calentamientos debido a los cables adyacentes. Esta previsión deberá ser tenida en cuenta por el Contratista especialmente en el caso en que en una misma zanja, vayan tendidos más de un terno de cables Unipolares. En este caso, el ancho de la zanja y la disposición de los conductores deberá ser tal que en cada terno no se produzca una reducción de la intensidad admisible debido a la presencia de otros conductores.

Las capas de arena se compactaran al 98% del Proctor modificado en tongadas de 20 centímetros como máximo. Para la compactación se utilizarán medios mecánicos, tales como rana compactadora.

Los cables se instalarán formando ternas, sujetas mediante bridas colocadas al menos cada 15 metros.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubos de hormigón centrifugado de 200 mm de diámetro interior, instalándose, además, un tubo de reserva.

Las acometidas a los Centros de Transformación se realizarán de acuerdo con los esquemas mostrados en planos.

Los cables, a su entrada en el terreno, se protegerán bajo tubo. Estos se sellarán con cáñamo y masilla dieléctrica y sus extremos, si son metálicos, se biselarán con objeto de eliminar filos cortantes.

Los cables estarán debidamente identificados en todo su recorrido, para una fácil localización en caso de avería o defecto, mediante anillos metálicos identificadores con una distancia no superior a 5 metros. Asimismo, estarán debidamente marcados los extremos de los mismos, mediante etiquetas identificadoras con rotulación indeleble.

El conexionado de los cables de baja tensión a sus terminales se realizará mediante herramientas de crimpado hidráulico con retenedor. La matriz, que será de las dimensiones adecuadas para la sección del cable en cuestión, deberá dejar marcado en el terminal su identificación.

#### 2.2.3.2 Red Aérea.

Los cables aéreos serán objeto de especificación aparte.

#### 2.2.4 PRUEBAS Y ENSAYOS.

##### El fabricante.

El fabricante someterá a los cables a los siguientes ensayos:

Ensayos Individuales:

- Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Medida de la resistencia de aislamiento.

Ensayos De Tipo:

- Medida de espesores de aislamiento y cubiertas.
- Comprobación de la reticulación del aislamiento.

Asimismo el fabricante facilitará el acta de pruebas correspondiente.

##### El contratista.

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

Sobre Bobina A Su Recepción.

Medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados. A tales efectos el Contratista suministrará los cables de forma que sobre la bobina sean accesibles ambos extremos del cable.

No se admitirá que el cable suministrado en cada bobina vaya cortado en varios tramos, debiendo ser suministrado como un único tramo.

Una vez tendido con todos sus accesorios montados.

- Prueba de continuidad.
- Medida de la resistencia de aislamiento.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Los ensayos se realizarán de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería; las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

## 2.3 REDES DE 30 KV

### 2.3.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto fijar las características que deben reunir la red de 30 kV de una Subestación Eléctrica Transformadora.

### 2.3.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta tensión.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

### 2.3.3 DESARROLLO

#### 2.3.3.1 Red subterránea.

##### Cables.

##### *Secciones y Materiales*

Los conductores serán de aluminio, eligiéndose su sección conforme a los criterios de densidad e corriente, caída de tensión y cortocircuito. En aquellos casos en los que se considere adecuado se aplicará además un criterio económico, que se definirá en documento aparte.

##### *Aislamiento*

El material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de y 18/30 kV según la tensión nominal de la red (30 kV).

En aquellos tramos, en los que se prevea que el cable estará en contacto directo y permanente con agua (cruce de arroyos, terrenos inundables, etc...) podrá utilizarse cable aislado con goma etileno-propileno (EPR).

##### *Pantalla*

Las pantallas serán de conductores de cobre en forma de hilos con una sección mínima de 16 mm<sup>2</sup> por fase.

Los cables son de campo radial.

##### *Cubierta*

La cubierta exterior del cable será de poliolefina y su color rojo para identificación en caso de proximidad con otros conductores.

Deberá llevar grabada, de forma indeleble, cada 30 cm, la identificación del conductor, nombre del fabricante y año de fabricación, tal y como se indica en las normas UNE 20.435 parte 2 y R.U. 3.305.

##### *Composición*

Los cables serán unipolares y se fabricarán mediante triple extrusión.

##### *Puesta a tierra de las pantallas*

Las pantallas de los cables serán conectadas a tierra en todos los puntos accesibles a una toma que cumpla las condiciones técnicas especificadas en los reglamentos en vigor.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Particularmente, las pantallas se conectarán a tierra, obligatoriamente, en cada extremo de la línea.

Deberá asegurarse la continuidad de las pantallas a todo lo largo de la línea.

#### *Accesorios*

Se entienden como tal los empalmes, terminaciones y respectivos complementos, destinados a los cables con aislamiento seco de (XLPE).

Todos ellos responderán a las especificaciones que establecen las normas internacionales en vigor, de acuerdo con la tensión y condiciones de servicio a que vayan destinados.

#### *Terminaciones*

Se podrán utilizar para interior Kit terminal o cono deflector, debiéndose utilizar para exterior botella terminal de cono premoldeado o terminal para exterior con aislador de porcelana.

Para el conexionado en el interior de subestación o centro de seccionamiento, se podrá utilizar terminales unipolares enchufables de intensidad apropiada.

#### *Empalmes*

Siempre que sea posible se evitará la realización de empalmes.

La realización de empalmes requiere la autorización expresa de la Dirección de Obra. El tipo de empalme deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

Se realizarán utilizando kits de empalme retráctiles que aseguren la continuidad de la parte conductora, capa semiconductor interior, capa aislante, capa semiconductor exterior, pantalla y cubierta.

La continuidad del conductor se conseguirá mediante un manguito metálico que realice la unión a presión, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

#### Condiciones de instalación.

Los cables se instalarán en zanjas construidas al efecto, cuyas dimensiones serán las indicadas en el plano "Sección Tipo de Zanja" de aplicación, salvo indicación en contrario.

Las dimensiones de la zanja y la separación y disposición de conductores en la misma serán las adecuadas para evitar el calentamiento y daños en el cable debido a la presencia de conductores de otras líneas en la zanja.

Tras la colocación de la cama de arena se procederá a un compactado de la misma que asegure que los cables se dispondrán sobre una superficie uniforme y estable.

Los cables integrantes de una línea se dispondrán formando una terna, para lo cual se dispondrá el número necesario de medios de fijación.

Se seguirán las recomendaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del cable para el tendido, en especial las correspondientes al radio mínimo de giro admisible, tracción máxima admisible y velocidad máxima de desplazamiento del cable. En cualquier caso, se respetarán los valores límites siguientes:

- Radio mínimo de giro: 10 veces el diámetro del cable.
- Tracción máxima admisible: 3 kg por mm<sup>2</sup> de sección del cable.
- Distancia máxima entre rodillos de soporte: 5 a 10 m.

Deberán disponerse todos los rodillos y protectores necesarios para evitar que se produzcan daños o muescas en la cubierta de los cables, utilizando la media de tracción adecuada para ello. Se considera muy recomendable el uso de medios mecánicos de tracción controlada, debiendo situarse, en su defecto, el número suficiente de operarios que aseguren una velocidad



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



constante de tracción y un reparto de los esfuerzos mecánicos a lo largo de toda la longitud del cable.

En caso de que la temperatura del cable en el momento del tendido sea inferior a 0° C, deberá procederse al calentamiento previo del mismo durante varias horas antes de proceder a su instalación.

Se vigilará especialmente la ausencia de piedras o elementos extraños en la arena o tierra de cubrición de los cables, así como que el cable se encuentra recubierto, a lo largo de toda su longitud, de un espesor de arena o tierra seleccionada superior al mínimo indicado en plano.

Los cruces bajo calzada se harán siempre bajo tubos de hormigón centrifugado de 160 mm de diámetro interior, instalándose, además, un tubo de reserva.

Los cables, a su entrada en el terreno se protegerán bajo tubo de PVC de 6 atmósferas de presión nominal.

Los tubos se sellarán con masilla dieléctrica e ignífuga y sus extremos se biselarán con objeto de eliminar filos cortantes.

Los cables, a la salida de los equipos a los que van conectados se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de identificación del cable y cada uno de los conductores se marcará con el código del terminal a que está conectado.

### 2.3.3.2 Red Aérea.

#### Dimensionamiento

En el cálculo de la tracción máxima admisible de los conductores y cables de tierra se considerará una hipótesis adicional a la reglamentaria, suponiendo un valor de la velocidad de viento igual, al menos, al de la máxima racha en 3 segundos estimada para un periodo de retorno de 50 años.

#### Secciones y Materiales.

Los conductores serán del tipo aluminio-acero.

En zonas de fuerte agresividad ambiental (marina, química, etc.) se deberá recurrir a conductores especiales de aluminio y de acero recubierto de aluminio, forrado del conductor con materiales plásticos (sin que ello prejuzgue aislamiento del conductor), etc.

La sección de los conductores será la adecuada de acuerdo con los cálculos técnicos necesarios para garantizar una caída de tensión menor que la admitida por los reglamentos en vigor, y una densidad de corriente admisible, con unos valores normalizados de 31,1; 54,6; 78,6; 116,2 y 181,3 mm<sup>2</sup> de sección total.

#### *Empalmes*

Estarán constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

#### *Aislamiento*

Salvo acuerdo explícito en contrario, el aislamiento entre los conductores y los apoyos, estará formado por aisladores de tipo denominado de cadena con vástago de 11 mm de diámetro. Si las características mecánicas de cálculo obligasen a un aislador de mayor resistencia, se usarán los de vástago de 16 mm de diámetro. Las características de ambos tipos de aisladores se encuentran recogidas en la Norma UNE 21.009.

#### *Apoyos*

Los apoyos a utilizar en las líneas serán metálicos, de hormigón o de fibra. En el caso de que sean metálicos estarán protegidos contra la corrosión por medio de una galvanización en caliente adecuada de acuerdo con la Norma UNE EN ISO 1461 y recomendación UNESA 6.618.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Sobre estos apoyos se colocarán las correspondientes crucetas metálicas galvanizadas, capaces de soportar los esfuerzos a que están sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

#### *Herrajes y Grapas*

Los herrajes de unión entre aisladores, de estos a los apoyos y a los conductores, las crucetas de los apoyos, etc. llevarán una protección contra la corrosión ambiental similar a la elegida para los apoyos, es decir, galvanización que cumplirá con la Norma UNE EN ISO 1461 y R.U. 6618.

Las grapas serán de aluminio y su diseño permitirá el apriete uniforme sobre el conductor, de forma que se evite al máximo la concentración de esfuerzos sobre el mismo y carecerá de aristas vivas en la zona de contacto con el conductor que puedan dañar a este.

#### *Puesta a tierra de los herrajes*

Todas las partes metálicas de los apoyos y los herrajes serán conectadas a una toma de tierra en cada apoyo, que cumpla con las condiciones técnicas específicas de los Reglamentos en vigor.

En los apoyos que soporten seccionadores será de aplicación lo dispuesto en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Como conductores de tierra, entre herrajes (y crucetas) y la propia toma de tierra, pueden emplearse la estructura de los apoyos metálicos.

#### *Cimentaciones*

Para una eficaz estabilidad de los apoyos, estos se encastrarán en el suelo en bloques de hormigón en masa, calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo y según sistema de cálculo sancionados por la experiencia y conforme a lo previsto en el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

#### *Entronque*

La conexión de las líneas aéreas con el Centro de Seccionamiento se hará necesariamente en un "puente flojo" quedando prohibido que los conductores ejerzan esfuerzos mecánicos de tracción sobre las piezas de conexión, para lo cual el primer apoyo de la línea aérea se situará preferentemente a una distancia inferior a 20 metros del pódico de amarre.

### 2.3.3.3 Pruebas y Ensayos.

#### Ensayos previos a la entrega.

El fabricante someterá a los cables a los siguientes ensayos:

Ensayos individuales.

- Prueba de tensión a frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.
- Ensayo de descargas parciales.

#### *Ensayos de tipo no eléctricos.*

Medida de la resistencia de aislamiento a temperatura ambiente.

El fabricante entregará un Acta de pruebas con los resultados de estos ensayos.

#### *Ensayos en campo.*

El Contratista realizará, en campo, los siguientes ensayos para cada cable:

Sobre bobina a su recepción.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Medida de la resistencia de aislamiento en relación con tierra. A tales efectos el Contratista suministrará los cables de forma que sobre la bobina sean accesibles ambos extremos del cable, no admitiéndose que el cable suministrado en cada bobina vaya cortado en varios tramos, debiendo ser suministrado como un único tramo.

Una vez tendido con todos sus accesorios montados.

- a) Prueba de continuidad.
- b) Medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.
- c) Ensayo de tensión.

Todos los ensayos se realizarán de acuerdo con la UNE HD 632 y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto por la Ingeniería; Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

## 2.4 RED DE TIERRA

### 2.4.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta especificación tiene por objeto definir las mediciones previas a realizar, el diseño, construcción, características de materiales, pruebas y protocolos de ensayo que debe reunir la red de tierras de una Subestación Eléctrica Transformadora.

La instalación de puesta a tierra se ejecutará con las máximas garantías de funcionamiento, facilidad de control y mantenimiento, siendo estas premisas el objeto de esta especificación.

### 2.4.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

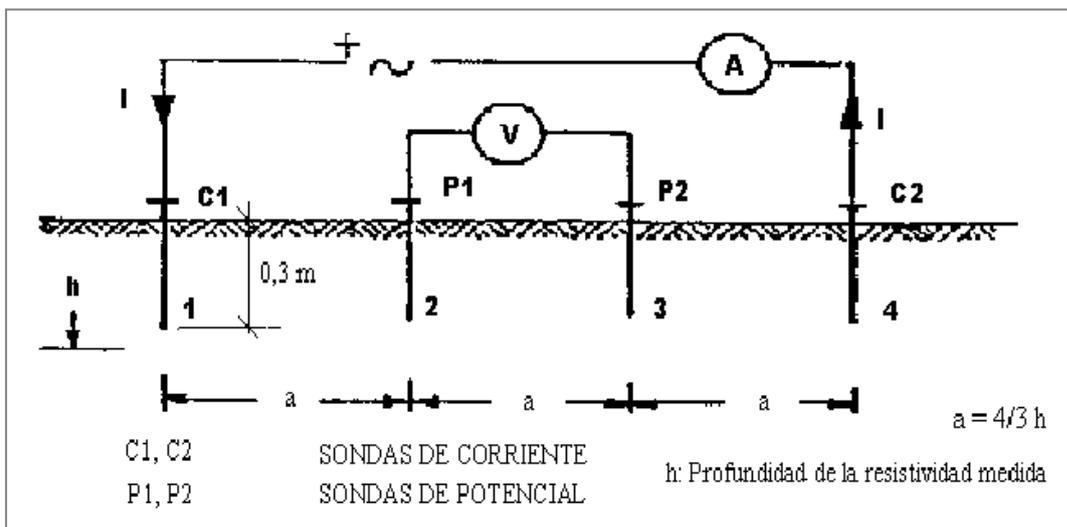
DR1 IEEE Std-80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

DR2 UNE 21-185:1995 sobre Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.

### 2.4.3 DESARROLLO

#### 2.4.3.1 Medida de la Resistividad del Terreno

Se tomarán medidas de resistividad en la ubicación de la Subestación. Para obtener el valor de la resistividad del terreno se usará el método Wenner. Se realizarán medidas en dos direcciones perpendiculares, coincidiendo con las direcciones principales del Centro de Seccionamiento. Se dispondrán los electrodos alineados, separados una distancia  $a$ , e hincados a una profundidad de unos 0,3 m. La profundidad  $h$  a la que se mide la resistividad es  $h/a = 3/4$ , tal como muestra la figura.



La primera medida se tomará para una distancia  $a=1$  m. Progresivamente se tomarán medidas aumentando  $a$  de 2 en 2 m hasta llegar a una separación de 15 a 19 m.

Los resultados obtenidos se anotarán en el formulario Anexo I que se entregará a la Dirección de Obra. Estos resultados se utilizarán para realizar el diseño de la red de tierras.

#### 2.4.3.2 Diseño

##### Subestación Eléctrica Transformadora

El electrodo de puesta a tierra de la Subestación se calculará siguiendo el IEEE Std- 80. Guide for Safety in AC Substation Grounding.

La red de tierras de la Subestación estará constituida por una malla rectangular de cable de cobre electrolítico desnudo con 120 mm<sup>2</sup> de sección, con la separación entre conductores necesaria para que las tensiones de paso y contacto inducidas no resulten peligrosas, enterrada a una profundidad mínima de 0,6 metros y extendida hasta una distancia de 1 m del perímetro exterior del Edificio. La red estará calculada para soportar el paso de las corrientes de defecto a tierra considerando la red de tierra del resto de la planta, de forma que no pueda producirse la aparición de tensiones de paso y contacto peligrosas derivadas de la aparición de un defecto en la misma.

Todas las conexiones enterradas de la red, incluidos los cruces entre los cables de cobre, se realizarán con soldaduras aluminotérmicas, empleando en cada caso los moldes y materiales de aporte especificados por el fabricante, que aseguren una correcta ejecución de las mismas.

Las conexiones a todas las masas metálicas de la subestación a la red de tierra se realizarán en al menos dos puntos.

En el caso de Subestación de tipo interior, el conjunto de las cabinas metálicas estarán equipadas con una pletina de cobre de 40x5 mm de sección como mínimo para su puesta a tierra. A esta pletina se conectarán las pantallas de los cables de Alta tensión.

##### Líneas de Media Tensión

Para la conexión de la red de tierras de la subestación con la de los centros de transformación se utilizarán las pantallas de 16 mm<sup>2</sup> de los cables de media tensión RHZ1 18/30 kV AI (3 fases x 16 mm<sup>2</sup> = 48 mm<sup>2</sup>). Cada pantalla individual de 16 mm<sup>2</sup> soporta una intensidad de cortocircuito durante 0,5 segundos de 4,11 kA, y 3,13 kA para 1 segundo.

##### Líneas de Baja Tensión y Cables Interconexión Tierras

Desde la barra de tierra de la torre se tenderá junto a los cables de Baja Tensión, un cable de cobre desnudo de 120 mm<sup>2</sup> de sección, en un lecho de arena de baja resistividad y a una



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



distancia de los cables de BT no inferior a 250 mm. En el otro extremo, este cable se conectará a la barra de puesta a tierra del Centro de Transformación.

#### 2.4.3.3 Características de los Materiales

- Las uniones cable-cable o cable-pica se realizarán utilizando soldaduras aluminotérmicas, empleando los accesorios y material de aporte especificado por el fabricante. Si no fuera posible ejecutar éstas con total garantía, se comunicará a la Dirección de Obra la solución alternativa (grapás u otros medios) para su aceptación o reparos.
- Las conexiones cable-borna ó cable-pletina se realizarán utilizando terminales de cobre de alta conductividad, tipo YCA de Burndy o equivalente.
- La tornillería será de acero inoxidable.
- Se utilizarán arandelas de seguridad en todas las conexiones, para evitar su aflojamiento.

#### 2.4.3.4 Conexionado en la subestación de interior

El conexionado de las pantallas de los cables de Media Tensión se realizará individualmente a la pletina de puesta a tierra de la cabina de media tensión, mediante terminales de cobre y tornillería de acero inoxidable, para evitar una discontinuidad en el sistema de tierras en caso de desconexión de una de ellas.

Todos los cables de tierra deberán estar marcados mediante un procedimiento que permita su identificación, con objeto de poder ser desconectados en eventuales trabajos de mantenimiento.

#### 2.4.3.5 Inspección y Ensayos

##### General

La ejecución correcta de la red de tierras de un Centro de Seccionamiento implica necesariamente numerosas inspecciones.

##### Ejecución de Redes de Tierra.

El subcontratista es directamente responsable de realizar todas y cada una de las comprobaciones y medidas citadas, avisando con suficiente antelación para permitir la presencia de un técnico del cliente durante su realización.

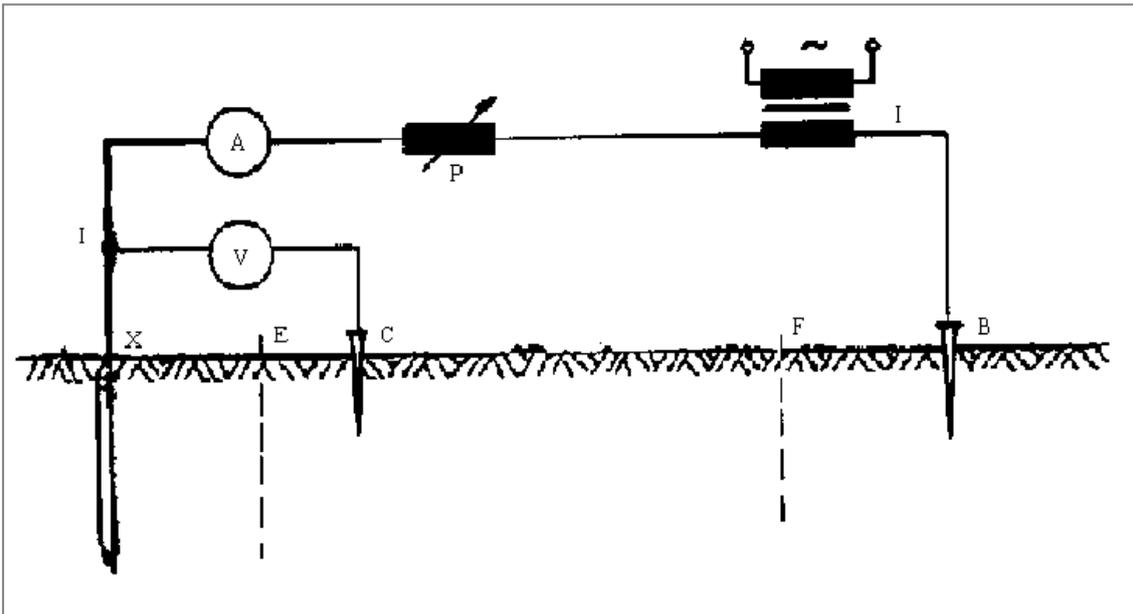
Una vez cumplimentados los protocolos, serán archivados por el Departamento de Proyectos.

Las inspecciones y ensayos a realizar serán los siguientes.

Medida de Resistencias de Puesta a Tierra y Tensiones de Paso y Contacto

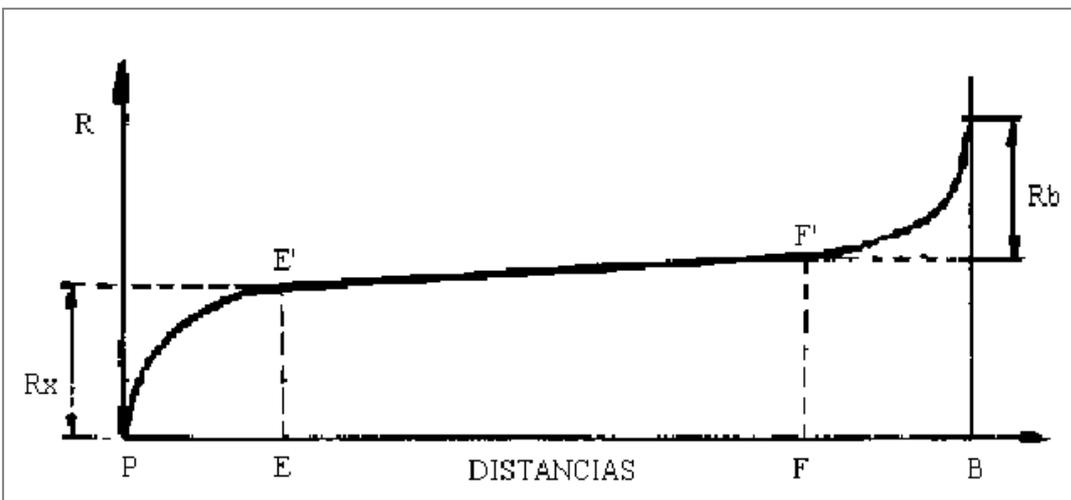
##### *Resistencia del Electrodo de Puesta a Tierra*

La base de esta medida es hacer circular una corriente alterna entre la puesta a tierra cuya resistencia queremos medir y un electrodo auxiliar emplazado a una distancia de unos 12 a 20 m.



Se hace circular una corriente  $I$ , entre  $X$  y  $B$  y con un voltímetro  $V$  vamos midiendo la diferencia de potencial entre el electrodo a medir  $X$  y un electrodo auxiliar  $C$ , que se irá colocando entre  $X$  y el electrodo de corriente  $B$  a distancias crecientes.

La resistencia  $R$ , cociente entre la tensión  $V$  y la corriente  $I$  que hacemos pasar, en función de la distancia, nos dará la curva representada en la figura, en la cual se distingue una parte  $E'F'$  prácticamente plana, cuya ordenada nos dará el valor de la resistencia del electrodo de puesta a tierra.



Para realizar esta medición se usará un aparato de medida tipo Megger o similar.

#### Tensiones de Paso y Contacto

Para determinar experimentalmente estas tensiones, El cliente facilitará al contratista el valor de la intensidad máxima de defecto en el punto de medida.

La intensidad inyectada para el ensayo no será inferior al 1% de dicha corriente y en ningún caso inferior a 5 A para los centros de transformación y 50 A para la subestación.

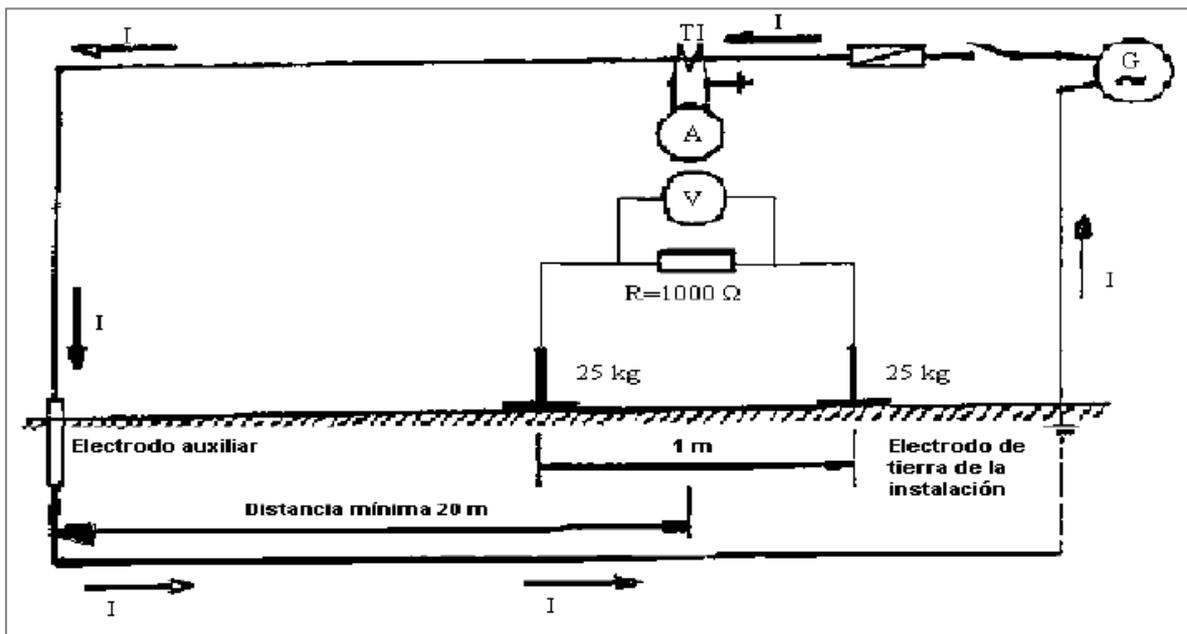
La realización del circuito de tierra requiere un electrodo auxiliar de tierra, alejado como mínimo 20 m de la puesta a tierra para que las curvas de tensión de los electrodos no se influyan mutuamente.

Los electrodos de tensión en estas mediciones estarán constituidos por dos cuerpos cilíndricos de 25 kg de peso y una superficie en la base de 200 cm<sup>2</sup>, perfectamente plana y niquelada para asegurar un buen contacto con el suelo.

Dispondrán de asas para su transporte y un borne para su conexión.

El aparato de medida suministrará una corriente alterna regulable de 5 a 60 A, como mínimo, con una frecuencia de 50 Hz.

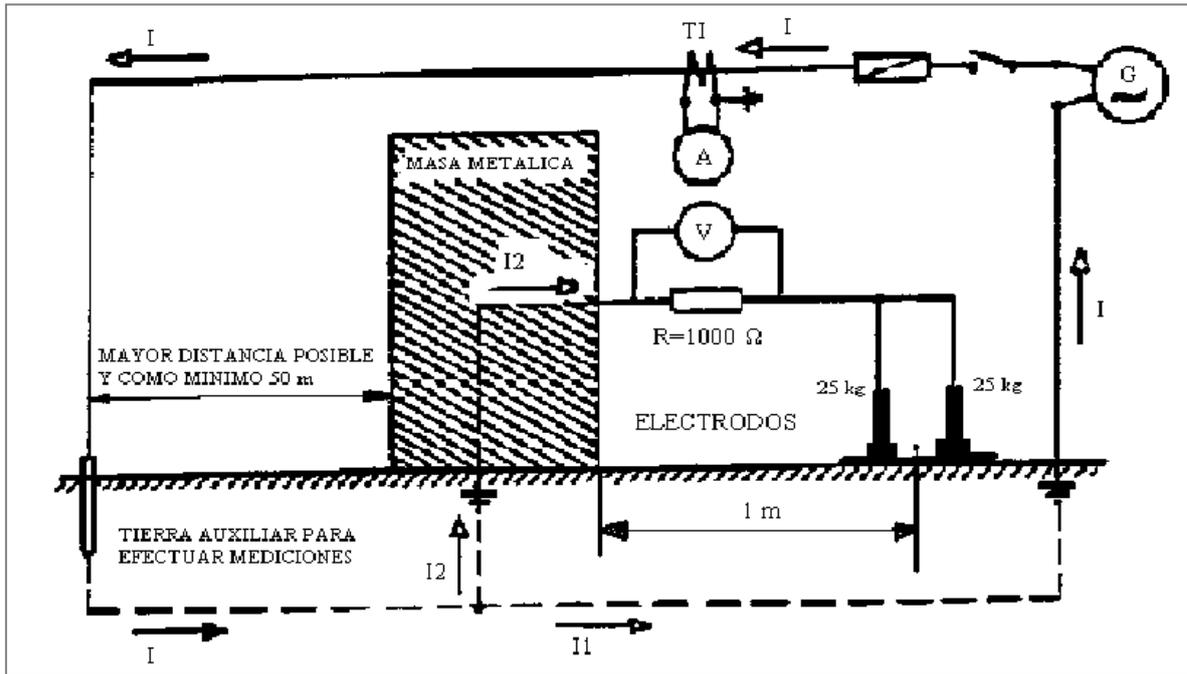
El voltímetro de medida tendrá una resistencia interna de 1.000 Ω. El esquema de conexiones a realizar para medir las tensiones de paso se muestra en la figura.



Los dos electrodos de contacto con el suelo se colocan uno junto al otro, separados 1 m y en la dirección del electrodo de tierra auxiliar, conectándose sus bornes a los bornes de medida del aparato.

Antes de efectuar la medición se impedirá mediante señalizaciones adecuadas, la permanencia o paso de personas o animales por la zona de influencia de los electrodos de tierra.

El esquema de conexiones para medir la tensión de contacto se muestra en la siguiente figura.



La tensión de contacto se medirá entre una masa metálica conectada a tierra y los dos electrodos de medida colocados juntos, con una separación de unos 20 cm, unidos entre sí y a una distancia de 1m de la masa metálica.

Las mediciones a efectuar en el sistema de puesta a tierra de una planta de generación eléctrica renovable, comprenderá las siguientes actuaciones:

Ensayos

*Subestación*

Se realizarán medidas de las siguientes magnitudes:

- Resistencia de puesta a tierra resultante de la malla de la Subestación, desconectando las pantallas de los cables de media tensión del sistema colector.
- Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la Subestación, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, desconectando las pantallas de los cables de Media Tensión del sistema colector.
- Medida de las tensiones de paso y contacto en el interior y exterior de la Subestación, en todos los puntos susceptibles de aparecer tensiones peligrosas, conectando las pantallas de los cables de Media Tensión del sistema colector.

## 2.5 EQUIPO DE MEDIDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### 2.5.1 OBJETO Y ALCANCE

Esta Especificación tiene por objeto definir las características del suministro y montaje de los equipos (principal y redundante o comprobante) de medida de la energía eléctrica intercambiada entre la planta renovable y la compañía eléctrica suministradora.

El alcance del Suministro será el siguiente:

- Armario de medida de las características, dimensiones y con los elementos que se indican instalados.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



- Contadores y Registradores o Contadores-Registradores.
- Sistema de adquisición de datos de las características y con los elementos que a continuación se indican.

## 2.5.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

### 2.5.3. Desarrollo

#### 2.5.2.1 Armario de Medida

Se suministrará un armario de medida para facturación, de características según normas particulares de la compañía eléctrica, conteniendo en su interior, debidamente conectados y conexonados, los contadores y registradores necesarios según el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de la Energía Eléctrica.

#### 2.5.2.2 Contadores-Registradores

Estarán constituidos por un contador combinado de energía activa y reactiva, pudiendo estar el registrador integrado o constituir un dispositivo independiente.

Ambos equipos (Principal y Redundante o Comprobante) tendrán las mismas características técnicas.

#### Contador Estático Combinado

Los contadores de energía (Principal y Redundante o Comprobante) serán estáticos y combinados para energía activa y reactiva.

Para la energía activa serán de clase de precisión igual o mejor que 0,2S y deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad con la norma UNE-EN 60.687 (Contadores estáticos de energía activa para corriente alterna de clases 0,2S y 0,5S).

Para energía reactiva serán de clase de precisión mejor o igual a 0,5. En cuanto no exista normativa específica UNE o CEI para esta clase de precisión el suministrador deberá presentar autorización expedida por la Dirección General de la Energía para su uso, según lo dispuesto en el Reglamento de Puntos de Medida.

Los Contadores tendrán las siguientes características:

- El sistema de medida empleado será trifásico a cuatro hilos, desequilibrado, con conexión a través de transformadores de medida.
- El registro de la energía activa se realizará en los dos sentidos posibles de circulación (A+, A-).
- El registro de la energía reactiva se realizará en los cuatro cuadrantes correspondientes a todos los sentidos de circulación de la energía (Ri+, Ri-, Rc+, Rc-). El criterio de signos estará de acuerdo con los capítulos 12 y 14 de la norma UNE 21.336 (CEI 375).
- Permitirá programar las constantes de medida.
- Tendrá alta inmunidad a las interferencias electromagnéticas.
- Descargas electrostáticas: Tensión de choque 8kV (Nivel de severidad 3). Según UNE-EN 60801-2:1996. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.
- Campos electromagnéticos: Gama de frecuencias 27MHz hasta 500MHz, Intensidad del campo de ensayo 10V/m (Nivel de severidad 3). Según UNE-EN 61000-4-3:1998.

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida. Sección 3: Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos radiados de radiofrecuencia.

- Transitorios a ráfagas: 2kV para circuitos de tensión e intensidad y 1 kV para circuitos auxiliares. Según UNE 20.801-4. Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y control de los procesos industriales. Parte 4: requisitos relativos a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas.
- Radio-interferencias: Equipo de clase A según UNE-EN 55011:1999. Límites y métodos de medida de las características relativas a las perturbaciones radioeléctricas de los aparatos industriales, científicos y médicos (ICM) que producen energía en radiofrecuencia.
- Rango de temperatura de funcionamiento: -25°C a +60°C.

#### Registrador

Se suministrarán dos registradores, uno para el equipo principal y otro para el redundante o comprobante.

Este equipo almacenará las medidas procedentes de los contadores y dará apoyo a la teletransmisión, tratamiento y preparación de la información de energía activa y reactiva. Las medidas no podrán obtenerse mediante integración de impulsos.

Cumplirá las siguientes características:

- El número de magnitudes a registrar será mayor de ocho, estando las dos primeras asociadas a los registros de energía activa, las cuatro siguientes a la energía reactiva y las dos últimas disponibles para usos futuros (p.e. calidad del servicio).
- El periodo de integración será de quince minutos, aunque podrá ser parametrizable de cinco a sesenta minutos.
- Tendrá capacidad para almacenar los resultados en periodos, con fecha, hora y minuto, tal que el número de registros almacenados no sea inferior a cuatro mil para cada medida.
- Permitirá la lectura en modo local y remoto mediante un canal de comunicaciones apropiado, puerto serie RS-232 u optoacoplador según norma UNE-EN 61.107.
- El equipo registrará la fecha y hora exacta en que se produzca la última programación. El acceso a la programación se limitará mediante el uso de una contraseña.
- La puesta en hora del equipo se realizará mediante sistema GPS.
- Reloj calendario interno.
- Modem telefónico interno certificado por la DGTEL.
- Módulo de entrada serie RS485 o bucle de corriente para la lectura de contadores.
- Será capaz de procesar al menos dos periodos de integración (2 curvas de carga).

#### 2.5.2.3 Sistema de Adquisición de Datos

El equipo estará preparado para poder comunicarse con él a distancia, bien por línea telefónica o bien por lectura óptica. Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Línea telefónica, con dedicación exclusiva para la telelectura.
- Ordenador PC compatible, con teclado expandido, sistema operativo Windows, dos puertos serie y uno paralelo y lector DVD. No obstante, previa adquisición del ordenador por parte del instalador del sistema eléctrico, el suministrador indicará las características técnicas mínimas necesarias para el correcto funcionamiento del software.
- Impresora láser o de inyección de tinta.

- Software para lectura y tratamiento de datos con las siguientes características:
- Comunicaciones remotas. Con posibilidad de seleccionar el soporte y protocolo de comunicación.
- Salida de ficheros ASCII.
- Módulo de configuración del sistema de facturación.
- Editor de tarifas.
- Editor de calendario.
- Representación gráfica de curvas de carga de los posibles grupos de energías.
- Emisión de informes de los posibles grupos de energías.
- Contador personalizado de venta de energía.
- Emisión de facturas de venta de energía.
- Emisión de facturas de compra de energía.

#### 2.5.2.4 Montaje

El montaje del equipo de medida será realizado por el instalador del sistema eléctrico. Él mismo será el responsable, en su caso, de la verificación del equipo por parte de la Administración y/o la compañía eléctrica.

El suministrador debe montar, poner a punto y en servicio el software de adquisición de datos, cuyo coste correrá a cargo del instalador del equipo eléctrico.

#### 2.5.2.5 Documentación a entregar

##### Al Ofertar

- Certificado de homologación de los equipos.

##### A la Recepción Provisional del Equipo

- Certificado de verificación por parte de la Administración y/o compañía eléctrica.
- Manual de instrucciones, incluyendo esquemas de conexionado y lista de partes de todos los componentes del equipo de medida.
- Manual de instrucciones del software de adquisición de datos.

## 2.6 ESTRUCTURA METÁLICA

El acero laminado para la ejecución de la estructura será del tipo descrito en la Norma UNE-36.080-73, debiendo cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en la norma en cuestión. Las condiciones de suministro y recepción del material se regirán por lo especificado en el Capítulo 3 de la Norma MV-102-1975, pudiendo el Director de la Obra exigir los certificados de haberse realizado los ensayos de recepción indicados en dicha Norma.

Los apoyos y aparatos de apoyo serán de calidad, forma y configuración descritas en el Capítulo IX de la Norma MV-103. Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

Los rodillos de los aparatos de apoyo serán de acero forjado y torneado con las mismas características mecánicas mínimas indicadas.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	
---	--	--

Se protegerán de la corrosión mediante la galvanización por inmersión, siguiendo para ello las condiciones indicadas en las normas de Recubrimiento galvanizado en caliente UNE 37-508-88 y UNE-EN-ISO: 1.461:1.999.

El Contratista presentará, a petición del Director de la Obra, la marca y clase de los electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. Estos electrodos pertenecerán a una de las clases estructurales definidas por la Norma MV-104 en su capítulo 3.22, y una vez aprobados no podrán ser sustituidos por otro sin el conocimiento y aprobación del Ingeniero o Director de la Obra. A esta presentación se acompañará una sucinta información sobre los diámetros, aparatos de soldadura e intensidades y voltajes de la corriente a utilizar en el depósito de los distintos cordones.

El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

El Director de la Obra podrá inspeccionar el almacén de electrodos siempre que lo tenga por conveniente, y exigir que en cualquier momento se realicen los ensayos previstos en la Norma UNE-14022 para comprobar que las características del material de aportación se ajusta a las correspondientes al tipo de electrodos elegidos para las uniones soldadas.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### 3 CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS

#### 3.1 PLAZO DE REPLANTEO

El plazo de Replanteo quedará definido en el Contrato y empezará a contar a partir del primer día hábil a partir de la firma del mismo.

#### 3.2 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el Contrato, empezarán a contar a partir de la fecha de Replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir dichos plazos, que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al Contratista no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

#### 3.3 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras, y en los 15 días siguientes a la petición del Contratista, se hará la Recepción Provisional de las mismas por la Propiedad, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del Representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es este el caso.

Dicha Acta será firmada por ambas partes dándose la obra por recibida, comenzando entonces a contar el período de garantía.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, estableciéndose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Las obras de reparación serán por cuenta del Contratista.

Si el Contratista no cumpliera esas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### 3.4 PLAZO DE GARANTÍA

El período de garantía será el señalado en el Contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Los gastos de conservación, manutención, limpieza y entretenimiento de las obras realizadas, durante el plazo de garantía, correrán a cargo del Contratista hasta la firma del Acta de Recepción Definitiva. Se exceptúan de dichos gastos los correspondientes al coste energético (alumbrado, etc.).

#### 3.5 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, levantándose el Acta correspondiente.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### 3.6 GASTOS DE REPLANTEO Y LIQUIDACIÓN

Todos los gastos que puedan originarse, tanto por los trabajos de replanteo como por los de liquidación de las obras, serán por cuenta del Contratista.

### 3.7 MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

La medición y el abono de las diferentes unidades de obra se llevarán a cabo con arreglo a las unidades realmente ejecutadas, con sujeción a las características del proyecto y por aplicación de los precios establecidos en el mismo o, en su caso, de los precios contradictorios expresamente aceptados o asumidos por la Dirección de Obra.

Los excesos no justificados de unidades de obra en relación con las estipulaciones del proyecto no serán objeto de abono al Contratista.

Las Certificaciones parciales se realizarán con la frecuencia que determine la Dirección de Obra, con un mínimo de una mensual.

Las mediciones parciales podrán realizarse por el Contratista ante la Dirección de Obra.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

Mayo de 2023

Fdo.: José Luis Ovelleiro Medina.

Ingeniero Industrial.

Colegiado n.º. 1.937

Al Servicio de la Empresa:

Ingeniería y Proyectos Innovadores

B-50996719

DOCUMENTO 05.  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## ÍNDICE

OBJETO

ALCANCE

DOCUMENTOS

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA.....	5
1 OBJETO .....	5
2 DATOS GENERALES.....	5
2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	5
2.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	6
2.3 PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN.....	6
2.4 PERSONAL PREVISTO.....	6
2.5 OFICIOS.....	6
2.6 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	7
2.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	8
3 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	8
3.1 RIESGOS PROFESIONALES.....	8
3.1.1 RIESGOS GENERALES.....	8
3.1.2 RIESGOS ESPECÍFICOS.....	9
3.1.3 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	12
3.2 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS.....	13
4 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	13
4.1 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS PROFESIONALES.....	14
4.1.1 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	14
4.1.2 PROTECCIONES PERSONALES.....	20
4.1.3 REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD.....	21
4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS A TERCEROS.....	21
5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES.....	21
5.1 RIESGOS PREVISIBLES.....	21
5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.....	21
5.2.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.....	22
5.2.2 PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES.....	22
5.2.3 HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES.....	22
5.2.4 MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	22
5.2.5 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL.....	22
5.2.6 ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO.....	23
6 CONDICIONES AMBIENTALES.....	23
6.1 VENTILACIÓN.....	23
6.2 TEMPERATURA.....	23
6.3 FACTORES ATMOSFÉRICOS.....	23
7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	23
7.1 REVISIONES PERIÓDICAS.....	24
8 ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES.....	24
8.1 ALMACENAMIENTO.....	24



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



8.2	USO DE BOTELLAS .....	24
9	FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL .....	24
9.1	CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA.....	25
9.2	CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS.....	25
10	REUNIONES DE SEGURIDAD.....	26
11	MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS .....	26
11.1	CONTROL MÉDICO .....	26
11.2	MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	26
11.3	MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL.....	26
11.4	VESTUARIOS Y ASEOS.....	26
	DOCUMENTO Nº 2: PLANOS .....	28
	DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES.....	48
1	OBJETO .....	48
2	DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN .....	48
3	CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN .....	50
3.1	PROTECCIONES PERSONALES.....	50
3.2	PROTECCIONES COLECTIVAS .....	50
4	SERVICIO DE PREVENCIÓN .....	52
5	VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD .....	52
6	INSTALACIONES MÉDICAS .....	52
7	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	52
8	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD .....	52
9	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD .....	52
	DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO.....	53
1	OBJETO .....	53
2	PROTECCIONES PERSONALES .....	53
3	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	54
4	PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	54
5	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	54
6	VIGILANCIA Y FORMACIÓN.....	55
7	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	55
8	RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	56



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene como objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como a la minimización de las consecuencias de los accidentes que se produzcan, mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios, durante la ejecución de los trabajos de construcción de la subestación eléctrica y línea de alta tensión, necesarias para la evacuación de la central de generación eléctrica de tecnología fotovoltaica promovida en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza).

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

## ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el citado Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

## DOCUMENTOS

El presente Estudio de seguridad está integrado por los siguientes documentos:

- MEMORIA
- PLANOS
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO ECONÓMICO

## DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

### 1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud Laboral tiene por objeto establecer las directrices generales encaminadas a disminuir, en lo posible, los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, minimizar las consecuencias de los accidentes que se produzcan mediante la planificación de la medicina asistencial y de primeros auxilios y definir las instalaciones de higiene y bienestar, durante la ejecución de los trabajos correspondientes a la subestación eléctrica y línea de alta tensión, necesarias para la evacuación de la central de generación eléctrica de tecnología fotovoltaica promovida en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza).

Este estudio establece las condiciones a tener en cuenta por la empresa constructora, que debe elaborar y aplicar el Plan de seguridad y salud bajo el control de la dirección facultativa de las obras de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se implementa la obligación de la inclusión del estudio de seguridad y salud en el trabajo en proyectos de construcción de estas características.

### 2 DATOS GENERALES

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La obra objeto del presente estudio consiste en la construcción y montaje de las instalaciones eléctricas de evacuación necesarias para la central fotovoltaica que se va a instalar en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza).

Dichas instalaciones eléctricas de evacuación serán las siguientes:

**1.- Subestación Torrero Pre 30/132 kV:** Nueva subestación colectora, situada en el término municipal de Zaragoza, que tiene como misión elevar mediante un transformador al nivel de 132 kV la energía procedente de la CSF Atalaya del Ebro y evacuar dicha energía mediante una línea aérea 132 kV.

**2.- Línea Aérea de Alta Tensión de 132 kV:** Nueva línea aérea de alta tensión que se encargara de transportar la energía eléctrica proveniente de la SET Torrero Pre hasta la subestación TORRERO 132 kV propiedad de Endesa.

El municipio afectado por la implantación es Zaragoza (Zaragoza).

La construcción y montaje comprende las siguientes actividades que se citan de acuerdo con la secuencia de ejecución:

- Apertura y preparación de la superficie de las instalaciones.
- Excavación, armado y hormigonado de las cimentaciones de la subestación.
- Construcción de los edificios de control de las instalaciones.
- Apertura de la zanja de cables y realización de arquetas.
- Tendido de cables de y fibra óptica y tapado de la zanja.
- Montaje de la Subestación.
- Pruebas de funcionamiento.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 2.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados son, básicamente, las siguientes:

- Acopio y Manipulación de materiales
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra
- Obras de excavación
- Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)
- Armaduras (ferralla)
- Encofrados
- Obras de hormigón
- Montaje de estructuras metálicas y prefabricados.
- Maniobras de izado, situación en obra y montaje.
- Tendido y conexionado de cables e instalaciones eléctricas.
- Acabados.

Más adelante analizaremos los riesgos previsible inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

## 2.3 PRESUPUESTO Y PLAZO DE EJECUCIÓN

El presupuesto total de ejecución material de la obra asciende a la cantidad de 857.560.78 €

El plazo total de ejecución de las obras se establece en seis (6) meses.

## 2.4 PERSONAL PREVISTO

El personal necesario en punta del conjunto de las obras nos da una previsión máxima de veinte (20) personas.

## 2.5 OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Encofradores
- Ferrallistas
- Albañiles
- Pintores
- Montadores de estructuras metálicas
- Montadores de equipos mecánicos
- Montadores de equipos e instalaciones eléctricas
- Gruistas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

## 2.6 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación.

- Camión de transporte
- Grúa móvil
- Camión grúa
- Cabestrante de izado
- Cabestrante de tendido
- Taladradoras de mano
- Radiales y esmeriladoras
- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Juego alzapobinas, rodillos, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico
- Máquina retroexcavadora mixta
- Hormigoneras autopropulsadas
- Camión volquete
- Minirretroexcavadora
- Compactadora
- Compresor
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Equipos de soldadura eléctrica
- Equipos de soldadura oxiacetilénica-oxicorte
- Cortatubos
- Curadora de tubos

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios borriquetas
- Andamios metálicos modulares
- Escaleras de mano
- Escaleras de tijera
- Cuadros eléctricos auxiliares
- Herramientas de mano
- Bancos de trabajo
- Herramienta de mano



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Equipos de medida:

- Comprobador de secuencia de fase
- Medidor de aislamiento
- Medidor de tierras
- Pinzas amperimétricas
- Termómetros

## 2.7 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio de seguridad, los contratistas instalarán cuadros de distribución con toma de corriente en las instalaciones de la propiedad o alimentados mediante grupos electrógenos.

Tanto los riesgos previsibles como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

## 3 ANÁLISIS DE RIESGOS

### 3.1 RIESGOS PROFESIONALES

Analizamos a continuación los riesgos previsibles inherentes a las actividades de ejecución previstas en la obra, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

#### 3.1.1 RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de objetos o componentes sobre personas
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Choques contra objetos inmóviles
- Choques contra objetos móviles
- Proyecciones de partículas a los ojos
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales
- Sobreesfuerzos
- Golpes y cortes por manejo de herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos

- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos
- Quemaduras por contactos térmicos
- Exposición a descargas eléctricas
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Incendios
- Explosiones
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento
- Exposición a factores atmosféricos extremos

### 3.1.2 RIESGOS ESPECÍFICOS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1.1., más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

#### 3.1.2.1 Acopio y manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

#### 3.1.2.2 Transporte de materiales y equipos dentro de la obra

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Atrapamientos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

#### 3.1.2.3 Excavaciones

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1. , son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

#### 3.1.2.4 Movimiento de tierras (terraplenes y rellenos)

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.
- Polvo ambiental.

#### 3.1.2.5 Explosiones

El manejo y uso de explosivos y de los artefactos accesorios implica los siguientes riesgos:

- Transporte de explosivos.
- Intenso nivel de ruido.
- Explosiones prematuras e imprevistos.
- Proyección de piedras.
- Riesgos a terceras personas.

#### 3.1.2.6 Trabajos con ferralla

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Pinchazos y atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.
- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Hundimiento de la superficie de apoyo.
- Electrocuciiones.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

#### 3.1.2.7 Trabajos de encofrado y desencofrado

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza.
- Caída de personas al vacío.
- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.

- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.
- Golpes en manos, pies y cabeza.

### 3.1.2.8 Trabajos con hormigón

La exposición y manipulación del hormigón, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas al vacío.
- Caída de materiales y/o herramientas.
- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.
- Sobreesfuerzos.

### 3.1.2.9 Montaje de estructuras metálicas y prefabricados

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Cortes y golpes por manejo de máquinas-herramientas.
- Vuelco o desplome de piezas prefabricadas.
- Atrapamiento y/o aplastamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos y herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.

### 3.1.2.10 Maniobras de izado, situación en obra y montaje de equipos y materiales

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos y/o aplastamientos de manos o pies.

- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.). Caída o vuelco de los medios de elevación.

### 3.1.2.11 Tendido y conexionado de cables e instalaciones eléctricas

En esta actividad, además de los riesgos generales enumerados en el punto 3.1.1., son previsibles los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o bobinas por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de tendido y conexionado.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos y/o aplastamientos de manos o pies.
- Vuelco o caída del medio de elevación.
- Quemaduras físicas

### 3.1.2.12 Acabados

Los riesgos de esta actividad se hayan incluidos en los generales enumerados en el punto 3.1.1.

### 3.1.3 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales descritos en el punto 3.1.1., pueden presentarse en el uso de maquinaria y los medios auxiliares relacionados en el punto 2.6

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

#### 3.1.3.1 Máquinas fijas y herramientas eléctricas

Los riesgos más significativos son:

- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.
- Atrapamiento por partes móviles
- Quemaduras y cortes.

#### 3.1.3.2 Equipos de soldadura oxiacetilénica - oxicorte y por arco eléctrico

En el trabajo con estos equipos, son previsibles los siguientes riesgos:

- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamiento de manos y/o pies por objetos pesados.
- Derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Derivados de la inhalación de vapores metálicos.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



- Quemaduras
- Explosión (retroceso de la llama).
- Incendio.
- Proyección de partículas.
- Contacto con energía eléctrica.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

### 3.1.3.3 Medios de elevación

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.
- Contactos eléctricos.

### 3.1.3.4 Andamios, plataformas y escaleras

Son previsible los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas del andamio por falta de estabilidad o exceso de acopio de materiales en la plataforma de trabajo.
- Caídas de materiales desde el andamio o la escalera.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Derivados de usos inadecuados o de los montajes peligrosos.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades, no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

## 3.2 RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

Los caminos atravesados por la obra producen un riesgo debido a que circulan por ellos personas ajenas a las obras.

Los pozos y zanjas abiertos producen un riesgo de posibles caídas de terceras personas o de animales en los mismos.

## 4 MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos previsto en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, basada fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Proyecto, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de Estudio.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Por lo que respecta a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

Sobre la base de los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.

## 4.1 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS PROFESIONALES

### 4.1.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

#### 4.1.1.1 Riesgos generales

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Las zonas de peligro deberán estar acotadas y señalizadas.
- La iluminación de los puestos de trabajo deberá ser la adecuada para el desarrollo correcto del trabajo.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán estos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.
- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- En actividades con riesgo de proyecciones a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



#### 4.1.1.2 Riesgos específicos

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 3.1.2., son los siguientes:

##### *PARA LA MANIPULACIÓN DE MATERIALES*

Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:

- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

##### *PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA*

Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidos para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.

Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.

La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.

Se señalarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.

En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.

Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.

No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.

No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.

Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

##### *EN EXCAVACIONES*

Antes de comenzar los trabajos deberán de tomarse medidas para localizar y eliminar los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.

Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m.

Se señalarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.

No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.

Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm. de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.

Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de estas.

Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta del conductor.

Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.

#### *EN MOVIMIENTO DE TIERRAS*

No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la carga.

Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.

Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.

Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 Km/h.

En caso necesario y a criterio del Técnico de Seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

#### *EN EXPLOSIONES*

Las explosiones las realizará una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/78 B.O.E. 07.09.78) se tendrán en cuenta las siguientes medidas de seguridad.

#### *ANTES DEL DISPARO:*

- El horario de las voladuras debe organizarse de forma que coincida con el momento en que se encuentren presentes en la explotación el mínimo de personas posibles. Debe procurarse hacer el disparo a horas fijas, perfectamente conocidas por el personal.
- Si hubiera alguna finca de cultivo, pista o carretera próxima que pudiera ser alcanzada por la proyección de piedras procedentes de la voladura, se cortará previamente el paso con elementos físicos.
- Acordonar la zona de disparo a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- En el perímetro de la zona acordonada, se colocaran señales de "prohibido el paso VOLADURAS".
- Antes del disparo, el encargado de la voladura se cerciorará de la ausencia de personal, de que los accesos estén cortados y de que los explosivos sobrantes estén lo suficientemente alejados de la zona de disparo.
- Se dispondrá en el tajo de una sirena o cualquier otro tipo de señal acústica capaz de hacerse oír a más de 500m., que se hará sonar 15 minutos antes de proceder al disparo.

#### *DESPUÉS DEL DISPARO:*

- No regresar a la zona de disparo hasta que los humos de la voladura se hayan disipado.
- El jefe del tajo será el primero en volver a la zona de la voladura.
- En la voladura eléctrica, y en caso de fallo total o parcial, se esperaran 15 minutos como mínimo, antes de ir a inspeccionar.
- La retirada de guardas y barreras se realizará solamente cuando lo autorice el artillero.

#### *EN TRABAJOS CON FERRALLA*

Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.

No se permitirá trepar por las armaduras.

Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.

No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.

Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

#### *EN TRABAJOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO*

El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.

No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.

Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.

El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.

Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

#### *EN TRABAJOS CON HORMIGÓN*

##### VERTIDO MEDIANTE CANALETA:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

##### VERTIDO MEDIANTE CUBO CON GRÚA:

- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de este con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

##### HORMIGONADO DE PILARES Y VIVAS

- Durante el vertido del hormigón se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles o colocarán más puntales según los casos. En caso de fallo, lo más recomendable, es parar el vertido y no reanudarlo antes de que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Los vibradores eléctricos protegidos con disyuntor y toma a tierra a través del cuadro general.
- El vertido del hormigón y el vibrado, se realizará desde la torreta de hormigonado en caso de pilares y desde andamios construidos para construcción de las vigas.
- Las torretas que se empleen para esta función serán de base cuadrada o rectangular, dispondrán de barandilla y rodapié y entre ambos un listón o barra. Podrán llevar ruedas, pero dotadas de sistema de frenado, y llevarán una escalera sólidamente fijada para acceso. El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena durante la permanencia sobre la misma.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### *PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PREFABRICADOS*

Se señalarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.

No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.

El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.

Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.

Se ensamblarán al nivel de suelo, en la medida (que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.

La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.

Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.

Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en este proyecto.

Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída con arnés, provistos de absorción de energía.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

### *PARA MANIOBRAS DE IZADO Y UBICACIÓN EN OBRA DE MATERIALES Y EQUIPOS*

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

### *EN TRABAJOS EN ALTURA*

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a los mismos serán tratadas conjuntamente con el resto de las que afectan a cada cual.

Sin embargo, dada elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales, que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

#### PARA EVITAR LA CAÍDA DE OBJETOS:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

#### PARA EVITAR LA CAÍDA DE PERSONAS:

- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si estos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada mas finalizar estas.
- En altura (mas de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída con arnés, provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - No tendrán rotos ni astillados largueros o peldaños. Dispondrán de zapatas antideslizantes.
  - La superficie de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
  - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a esta.
  - Colocarla con la inclinación adecuada.
  - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.
- Los andamios cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
  - Se apoyarán sobre superficies planas y resistentes.
  - Si la base del andamio es de ruedas, estas deben de estar bloqueadas antes de acceder al mismo, y no se desplazan con personas sobre las mismas.
  - Bajo ningún concepto se manipularán los elementos de la estructura de seguridad del andamio.
  - Se mantendrá un perfecto orden y limpieza de las plataformas de trabajo.
  - Se arriostrarán a partir de cierta altura.

- Las plataformas de trabajo ubicadas a 2 o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio o rodapié.
- Tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.
- Se prohíbe correr o saltar sobre los andamios y saltar de la plataforma andamiada al interior del edificio o viceversa. El paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Se limitará el acceso a cualquier andamiada, exclusivamente al personal que haya de trabajar en él.
- No sobrecargar los andamios.

#### *PARA TENDIDO Y CONEXIONADO DE CABLES E INSTALACIONES ELÉCTRICAS*

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Asegurarse de que los sistemas de entibación y/o taludación empleados en las zanjas están en perfecto estado, así como pasarelas, escaleras, etc.
- Los operarios que intervengan en el tendido no se colocarán en las zonas de peligro ante una rotura del cable o sirga de tendido.
- Cuando se realicen conexiones en el interior de un recinto cerrado, este estará suficientemente ventilado.

#### 4.1.2 PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Para no extendernos demasiado, y dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco de seguridad para todas las personas que intervienen en la obra, incluidos los visitantes a esta.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldadura de mano.
- Pantalla de soldadura de cabeza.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, aislante, goma, etc.).
- Manguitos, polainas y delantales para soldar.
- Cinturón de seguridad.

- Absorbedores de energía.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, sopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).

#### 4.1.3 REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad, cuyo asesoramiento puede ser de gran valor.

## 4.2 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA RIESGOS A TERCEROS

Se señalarán, de acuerdo con la normativa vigente, los cruces con carreteras y caminos, tomándose las medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la pista de trabajo, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma.

En las excavaciones para las cimentaciones y en las zanjas que permanezcan abiertas se instalarán las protecciones adecuadas que no sólo indiquen la existencia del riesgo, sino que además lo prevengan adecuadamente.

Estos elementos serán vallas metálicas del tipo de contención de peatones, que podrán ser sustituidas por el contratista por otros dispositivos de análoga eficacia.

## 5 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

### 5.1 RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos. Como riesgos más frecuentes de estas instalaciones tenemos:

- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Caída del personal al mismo y a distinto nivel.

### 5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán los siguientes:

### 5.2.1 CUADROS DE DISTRIBUCIÓN

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.
- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

### 5.2.2 PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

### 5.2.3 HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).

### 5.2.4 MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

### 5.2.5 NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

- Todos los trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra serán realizados por personal capacitado.
- Queda terminantemente prohibido puentear las protecciones.
- Se realizará una adecuada comprobación y mantenimiento periódico de las instalaciones, equipos, herramientas de la obra.
- Se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.

#### 5.2.6 ESTUDIO DE REVISIONES DE MANTENIMIENTO

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

## 6 CONDICIONES AMBIENTALES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros ni a factores externos nocivos (gases, vapores,...).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

### 6.1 VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud.

### 6.2 TEMPERATURA

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.

### 6.3 FACTORES ATMOSFÉRICOS

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud.

## 7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones y oficinas, almacenes, vehículos etc.

Estos extintores deberán ser de fácil acceso y manipulación.

Los locales destinados a descanso de los trabajadores, comedores y vestuarios estarán en perfecto estado de limpieza y en ellos se prohíbe hacer fuego.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 7.1 REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.

## 8 ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

### 8.1 ALMACENAMIENTO

Los requisitos necesarios en el almacenamiento de botellas de gas serán:

- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
- De transportar las botellas, estas deberán tener siempre la caperuza protectora colocada.
- Las botellas de gases licuados se acoplarán, con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.
- El recinto estará perfectamente ventilado y en el acceso habrá algún extintor.

### 8.2 USO DE BOTELLAS

La normativa mínima a seguir en el uso viene descrita por:

- Las botellas estarán siempre de pie, cuando no se utilicen tendrán la caperuza puesta.
- Evitar que se golpeen las botellas.
- No inclinar las botellas de acetileno para agotarlas.
- No utilizar las botellas de oxígeno tumbadas.
- Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras y que están instaladas las válvulas anti-retroceso.
- No dejar directamente los mecheros en el suelo
- La presión de trabajo del acetileno no será superior a 2 atmósferas.
- No utilizar mangueras de igual color para distintos gases.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgaran individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa pero nunca llama.
- Para evitar incendios, no existirán materiales combustibles en las proximidades de la zona de trabajo, ni de su vertical.
- Las botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficientemente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios ni para ventilar personas.

## 9 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como Folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

## 9.1 CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistir a una charla en la que irá informado de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirán unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

## 9.2 CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Técnicos de Seguridad, estos serán los técnicos de seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.

Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 10 REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

## 11 MEDICINA ASISTENCIAL Y PRIMEROS AUXILIOS

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse.

Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

### 11.1 CONTROL MÉDICO

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### 11.2 MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

### 11.3 MEDICINA ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE O ENFERMEDAD PROFESIONAL

El contratista debe acreditar que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

### 11.4 VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas. Montarán casetas prefabricados de aseos, vestuarios y local para comedor, de acuerdo al nº de personas previstas por cada contratista, según las condiciones mínimas establecidas en el capítulo III de la O.G.S.H.T.

	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  Nº. Colegiado: 001937  JOSE LUIS OVEJUNO  INGENIERO INDUSTRIAL  VISADO Nº. 2304-23A  DE FECHAS 25/5/23  INGENIERIA Y PROYECTOS  <b>inproin</b>  <b>EVISADO</b></p>
---	--	--

Los vestuarios tendrán dimensiones suficientes, dispondrán de asientos, armarios para guardar la ropa y efectos personales. Estos armarios estarán provistos de 2 llaves, una de las cuales se entregará al trabajador, y otra quedará en la oficina para casos de emergencia.

A los vestuarios se acoplarán salas de aseo, que dispondrán de lavabos y duchas, con agua corriente fría y caliente, contando al menos de 1 por cada 10 trabajadores. Estos locales se equiparan con número suficiente de retretes.

Los suelos, paredes y techos de los aseos, vestuarios y duchas serán continuos, lisos e impermeables, en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos con la frecuencia necesaria.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

### ÍNDICE

- ESS-01. Señalización (I y II).
- ESS-02. Tope de retroceso de vertido de tierras.
- ESS-03. Barandilla de protección.
- ESS-04. Protección en zanjas (I y II).
- ESS-05. Balizamiento en cortes de carretera con desvío.
- ESS-06. Pórtico de balizamiento de líneas eléctricas aéreas.
- ESS-07. Terraplenes y rellenos.
- ESS-08. Código de señales para maniobras (I y II).
- ESS-09. Equipos para trabajos en altura (I y II).
- ESS-10. Riesgos eléctricos (I, II, III, IV y V).
- ESS-11. Trabajos de soldadura.
- ESS-01. Señalización I

### PROHIBIDO



PROHIBIDO FUMAR



PROHIBIDO APAGAR CON AGUA



PROHIBIDO ENCENDER FUEGO



AGUA NO POTABLE

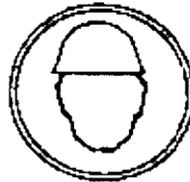


PROHIBIDO A PEATONES

### OBLIGACION



USO OBLIGATORIO DE MASCARA



USO OBLIGATORIO DE CASCO PROTECCION



USO OBLIGATORIO DE GAFAS



USO OBLIGATORIO DE GUANTES



USO OBLIGATORIO DE BOTAS DE CALCHO

### ADVERTENCIA DE PELIGRO



RIESGO DE INCENDIO MATERIAL COMBUSTIBLE



RIESGO DE EXPLOSION MATERIAL EXPLOSIVO



RIESGO DE RADIACION



RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS



RIESGO DE INTOXICACION



RIESGO DE CORROSION



RIESGO ELECTRICO



RIESGO INDETERMINADO



RADIACIONES LASER

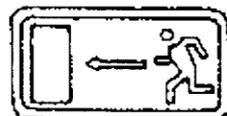


CARRILLAS DE MANUTENCION

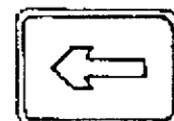
### INFORMACION



EQUIPO DE PRIMEROS

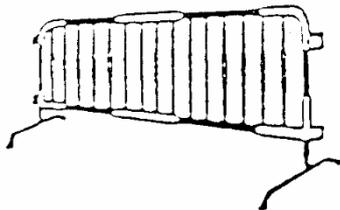
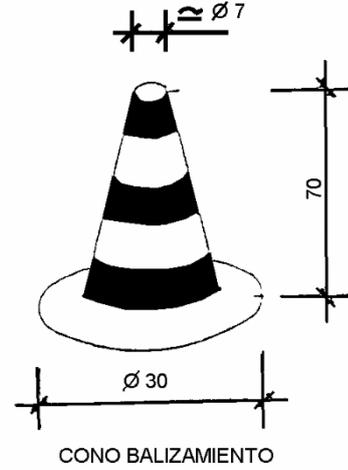
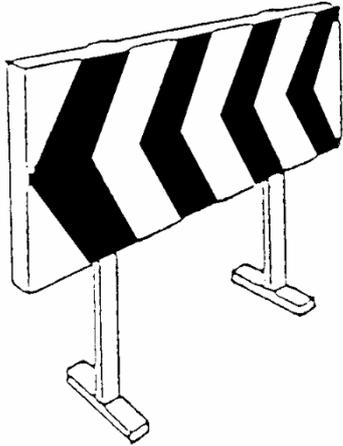


DIRECCION HACIA SALIDA

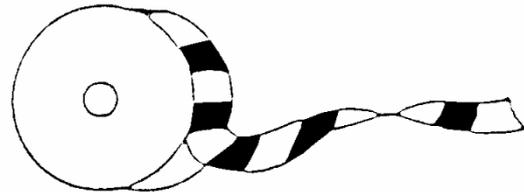


DIRECCION DE EMERGENCIA

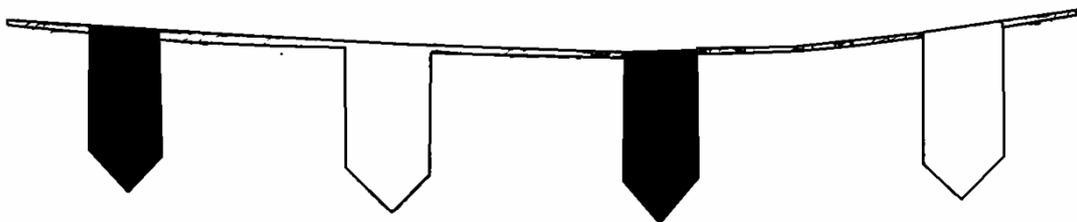
ESS-01. Señalización II



VALLAS DESVIO TRAFICO

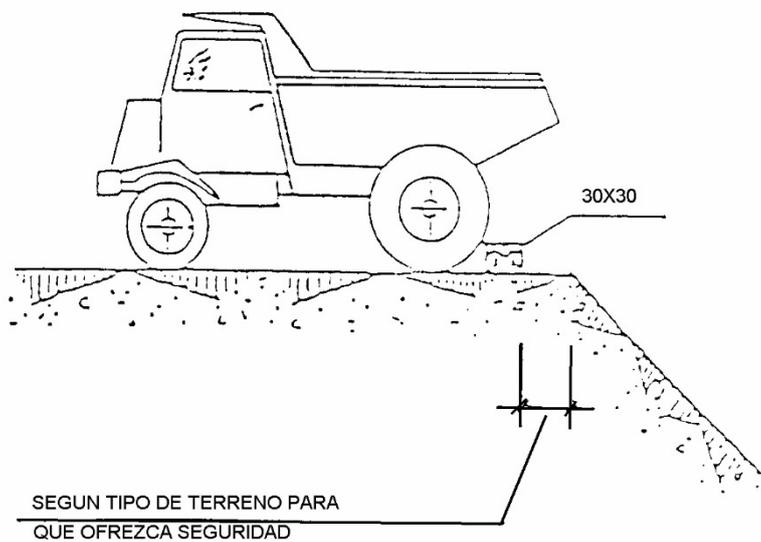
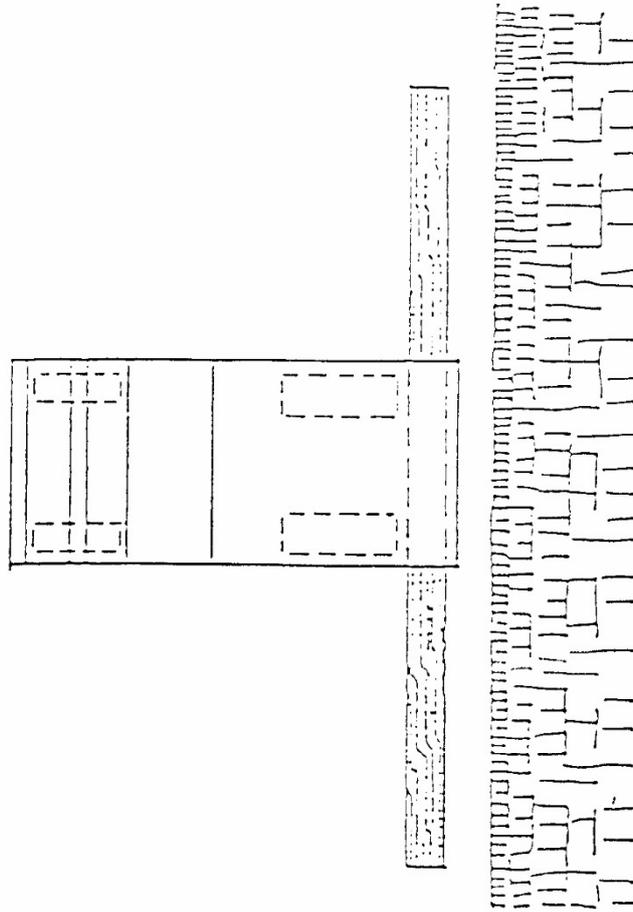


CINTA BALIZAMIENTO



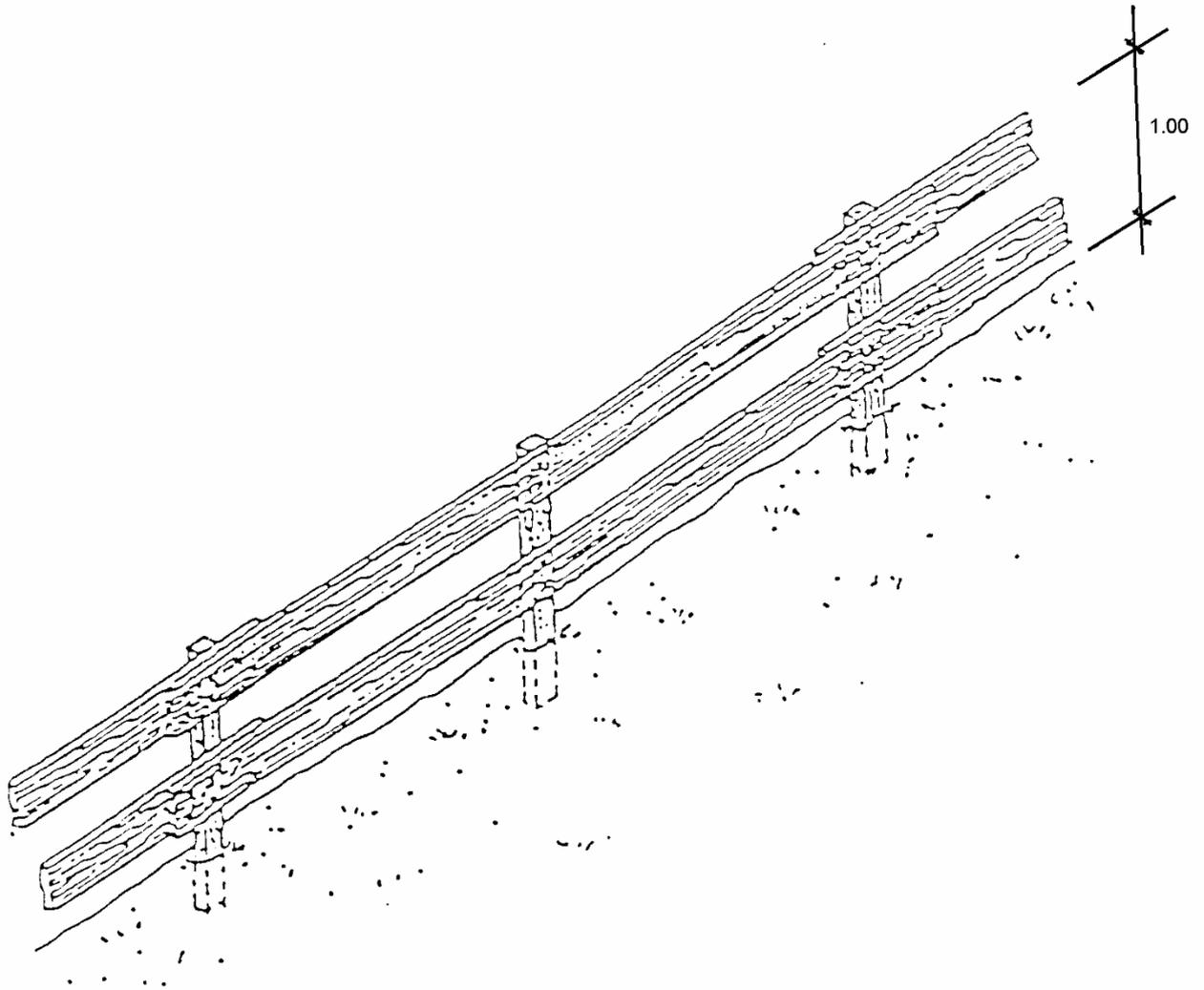
CORDON BALIZAMIENTO

ESS-02. Tope de retroceso de vertido de tierras



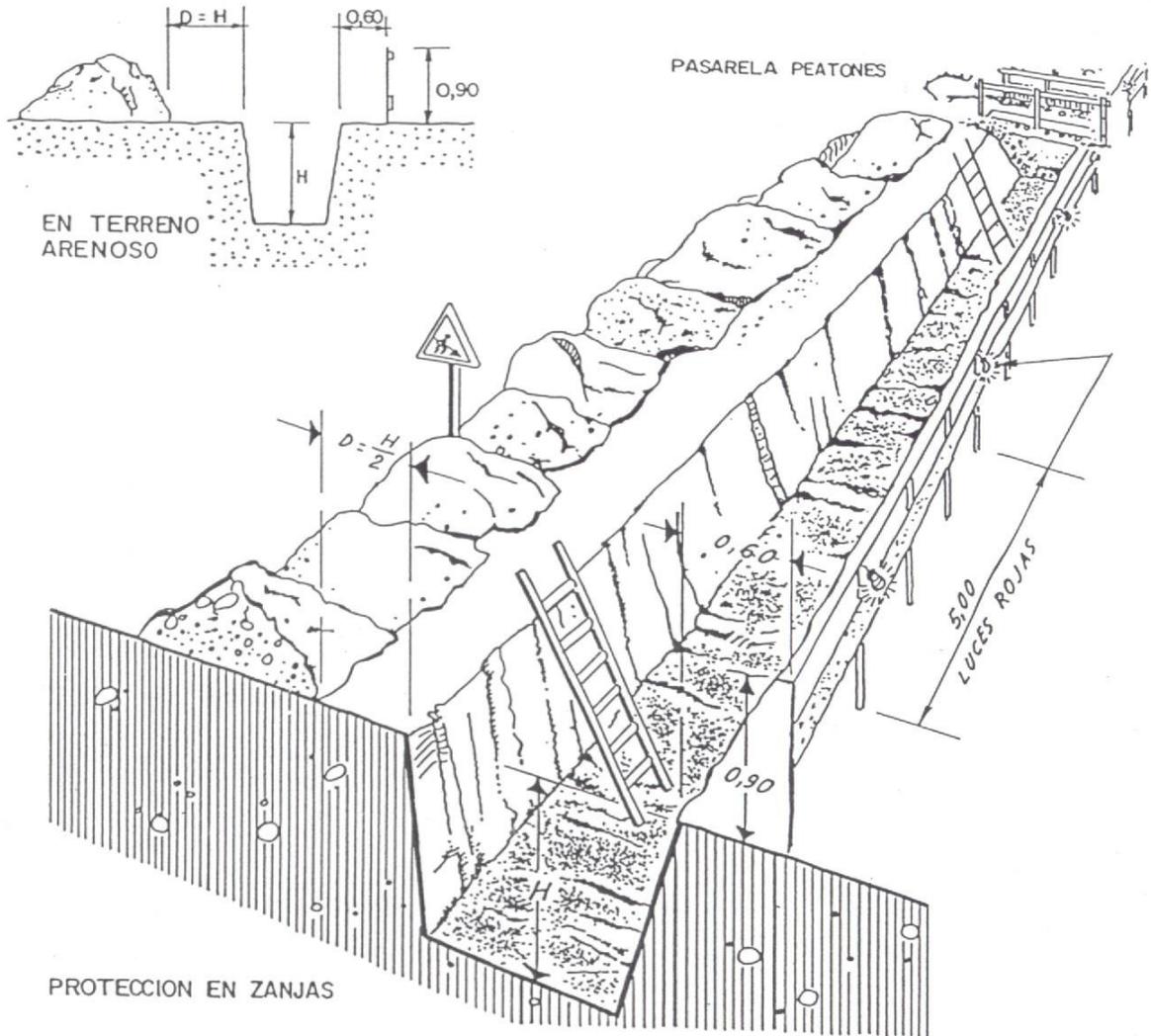
	<p>PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)</p>	<p>COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  Nº Colegiado: 2001937  JOSE LUIS OVEJUNA  VISADO: VD02304-23A  DE FECHAS: 25/5/23  INGENIERIA Y PROYECTOS  <b>AVISADO</b></p>
---	--	---

ESS-03. Barandilla de protección

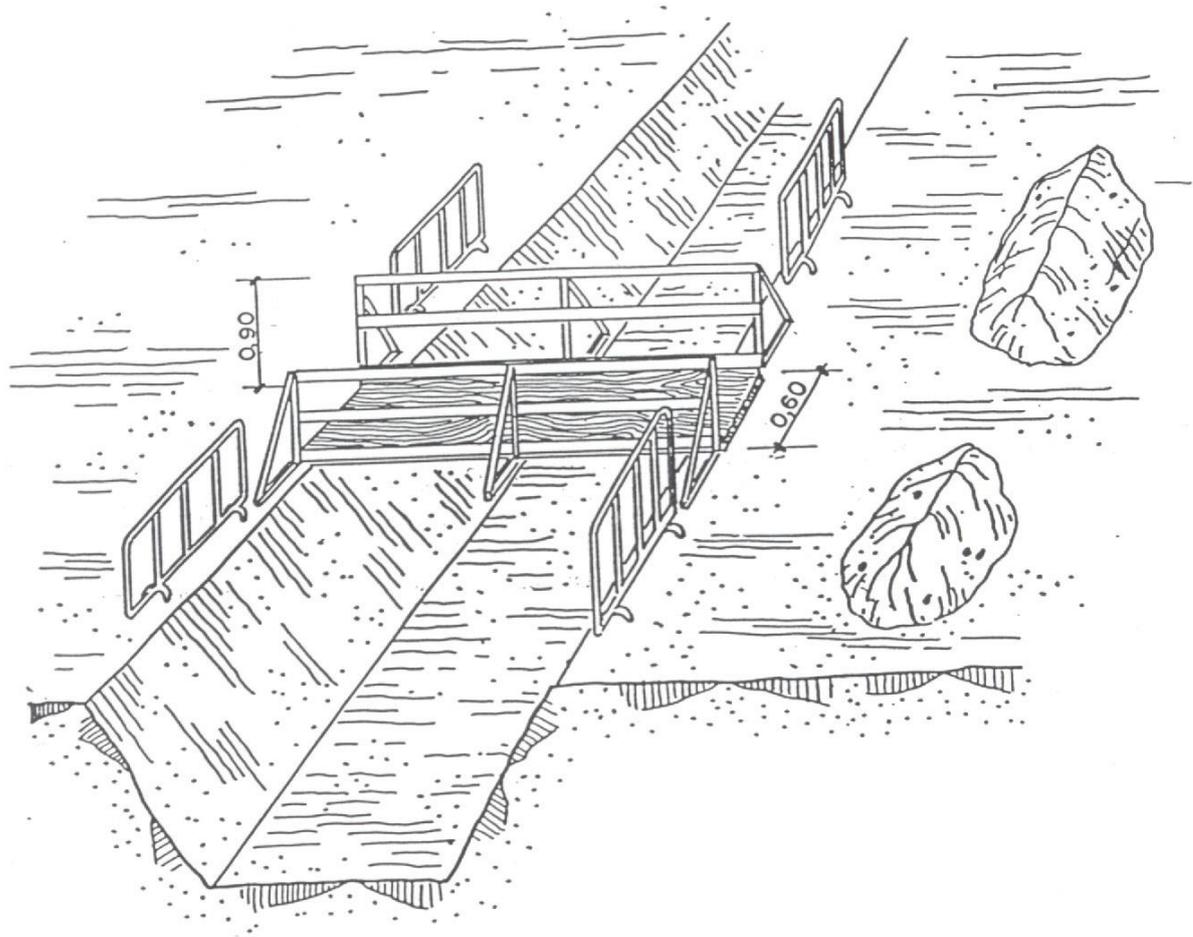


Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUJULQU5XT verificable en <https://coliar.e-gestion.es>

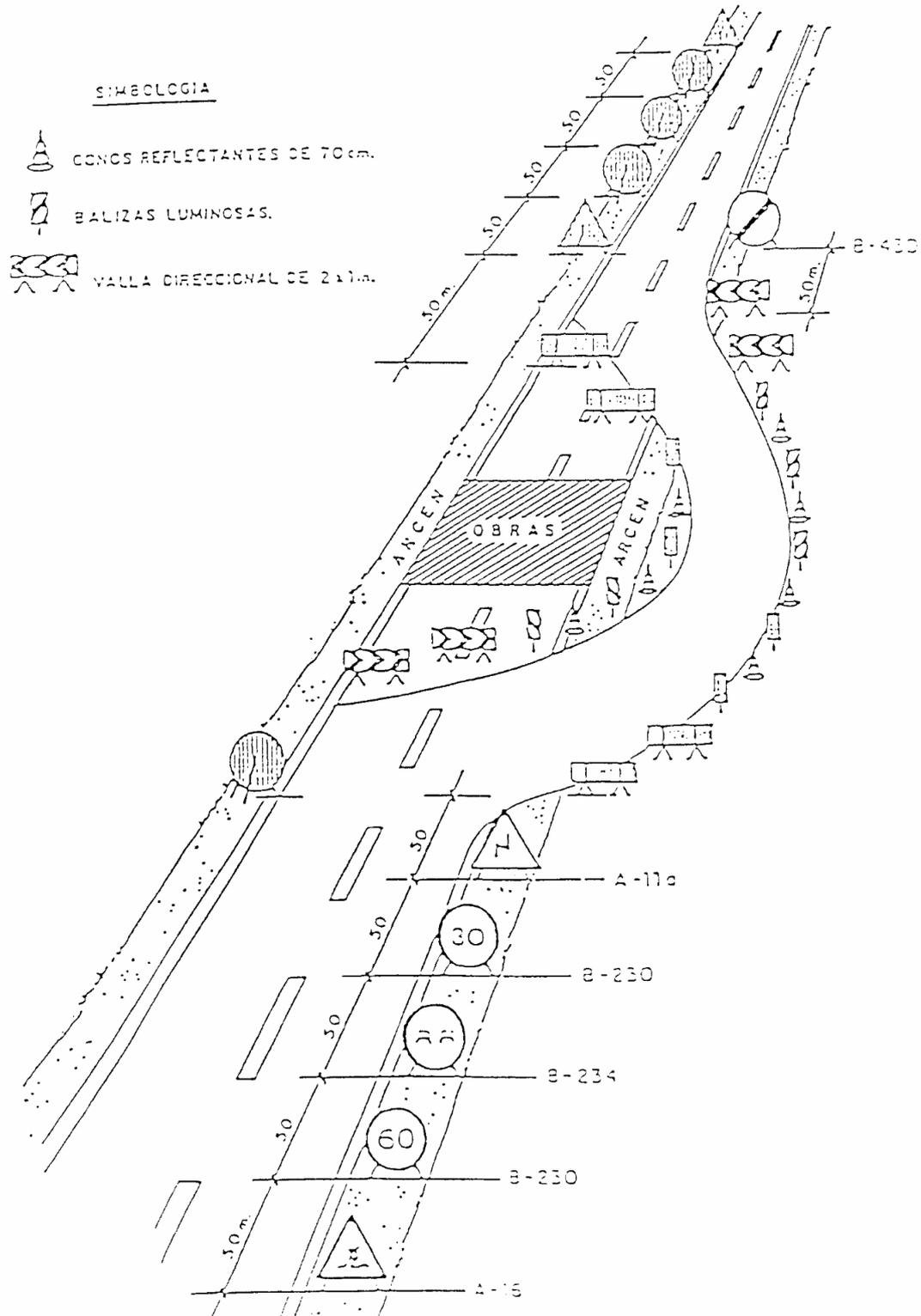
ESS-04. Protección en zanjas I



ESS-04. Protección en zanjas II

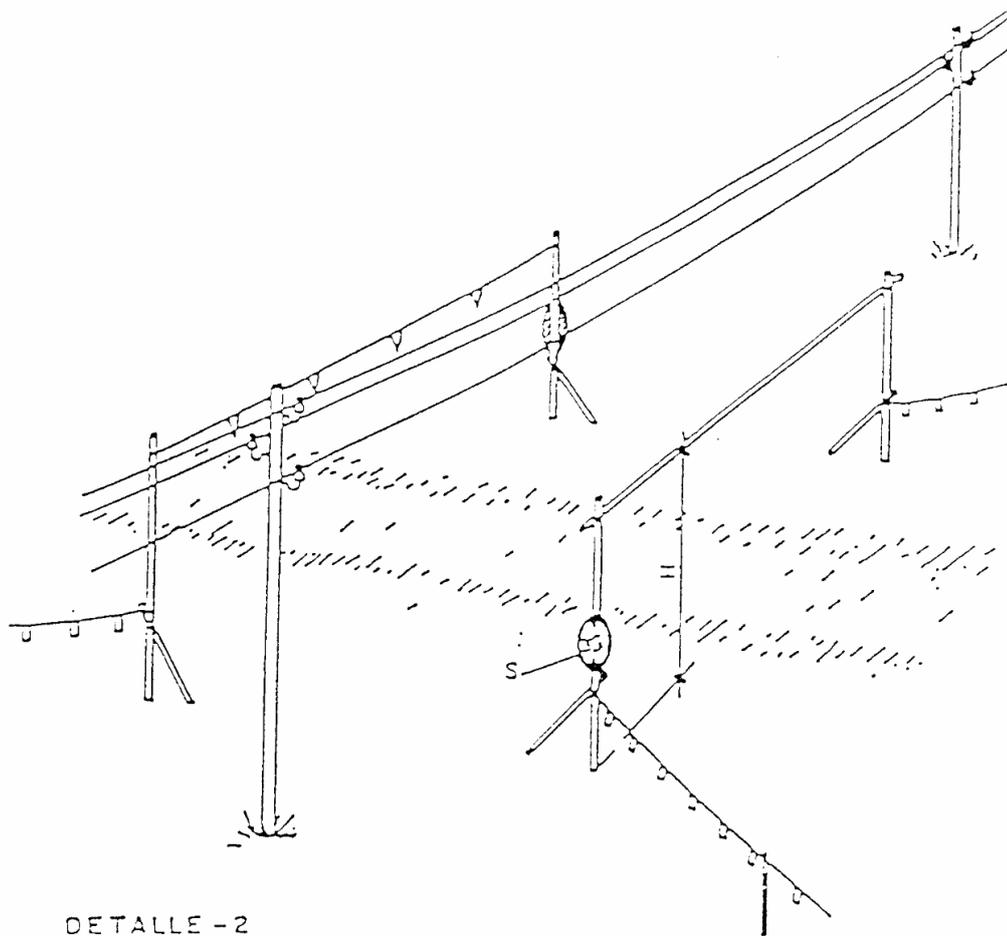


ESS-05. Balizamiento en cortes de carretera con desvío

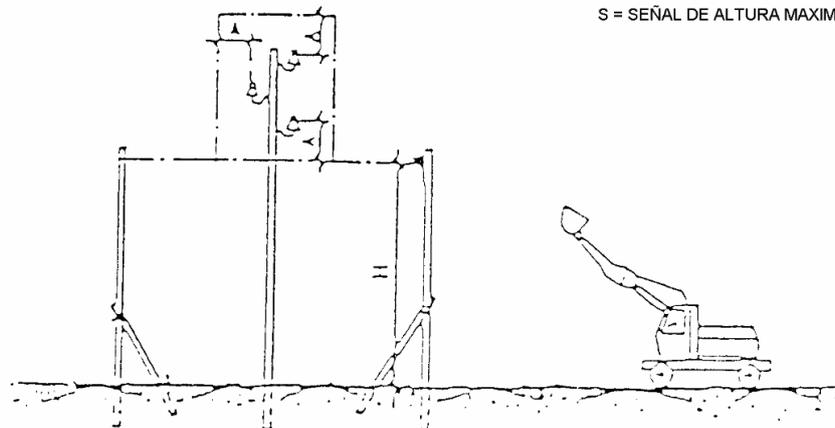


ESS-06. Pórtico de balizamiento de líneas eléctricas aéreas

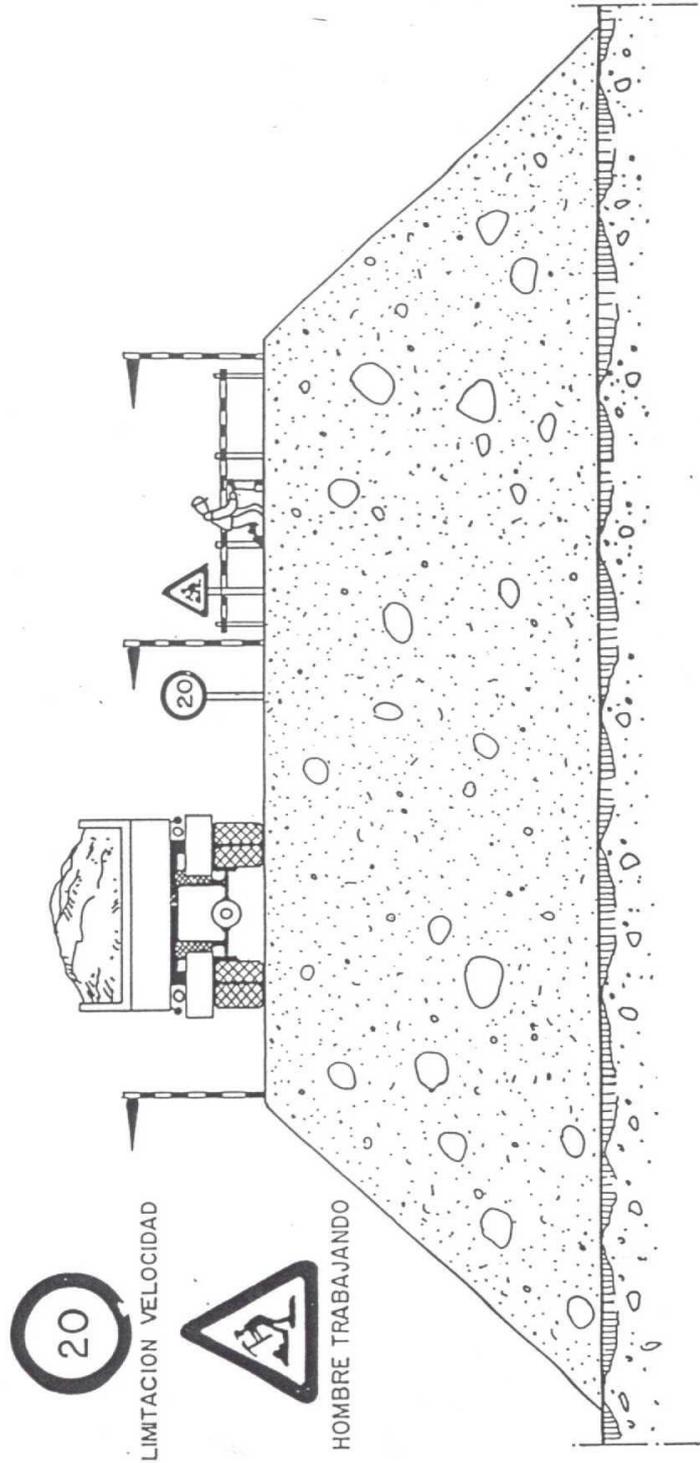
PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS



H = PASO LIBRE  
 S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



ESS-07. Terraplenes y rellenos



ESS-08. Código de señales para maniobras I.

## CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

Si se quiere que no haya confusiones peligrosas cuando el maquinista o enganchador cambien de una máquina a otra y con mayor razón de un taller a otro, es necesario que todo el mundo hable el mismo idioma y mande con las mismas señales.

Nada mejor para ello que seguir los movimientos que para cada operación se insertan a continuación.

1 Levantar la carga



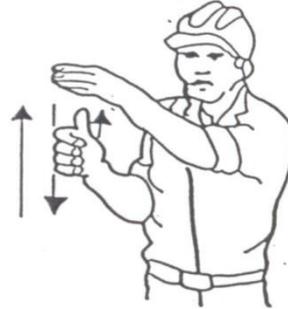
2 Levantar el aguilón o pluma



3 Levantar la carga lentamente



4 Levantar el aguilón o pluma lentamente



5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga



6 Bajar la carga

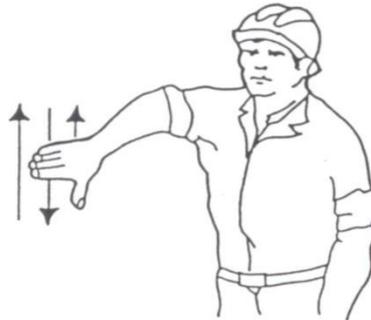


ESS-08. Código de señales para maniobras II.

7 Bajar la carga lentamente.



8 Bajar el aguilón o pluma



9 Bajar el aguilón o pluma lentamente



10 Bajar el aguilón o pluma y levantar carga



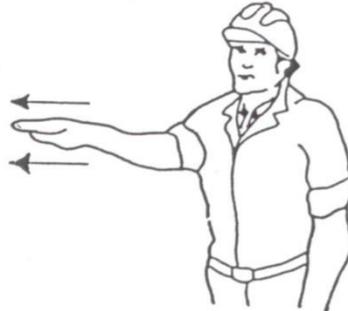
11 Girar el aguilón en la dirección indicada por el dedo



12 Avanzar en la dirección indicada por el señalista



13 Sacar pluma



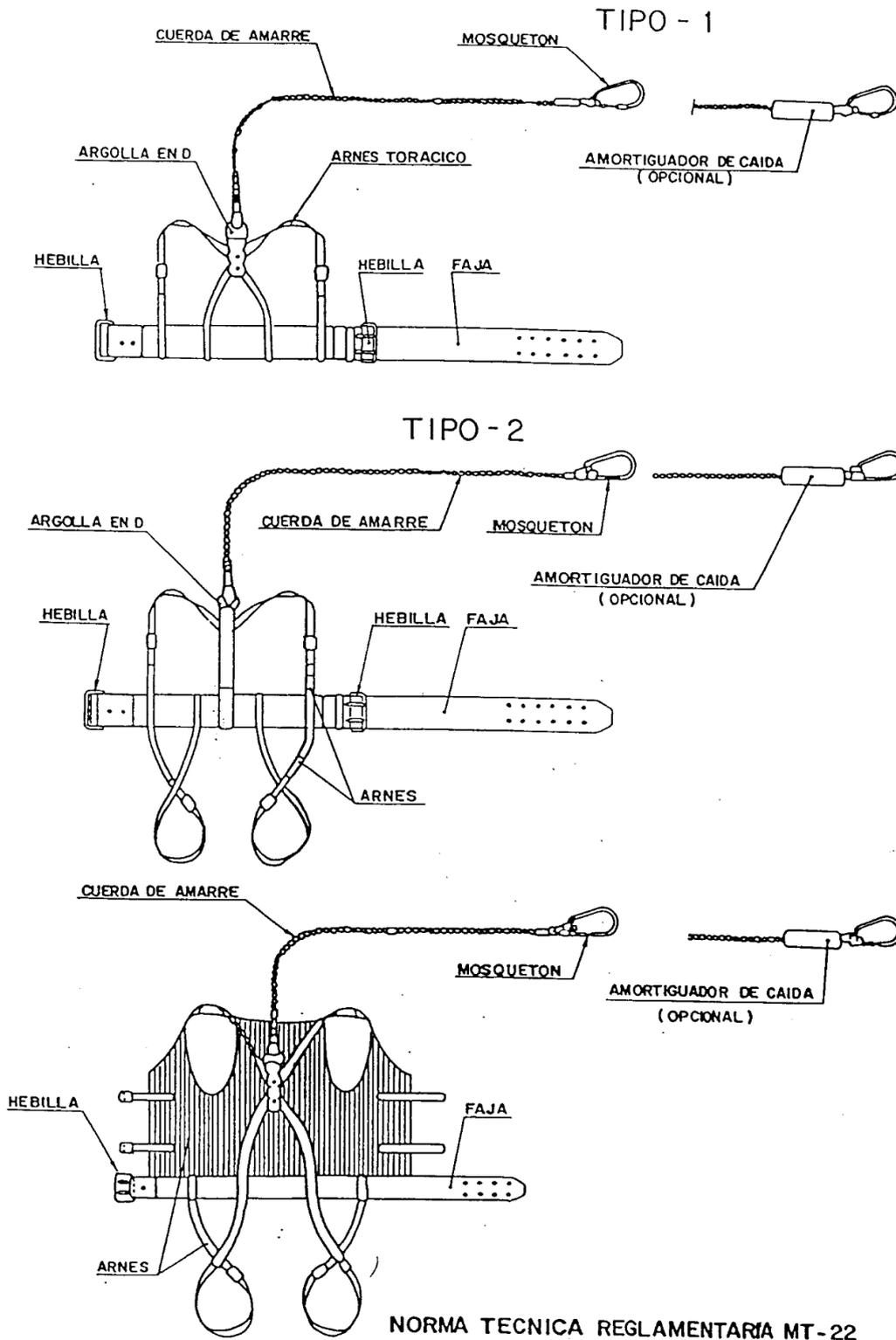
14 Meter pluma



15 Parar

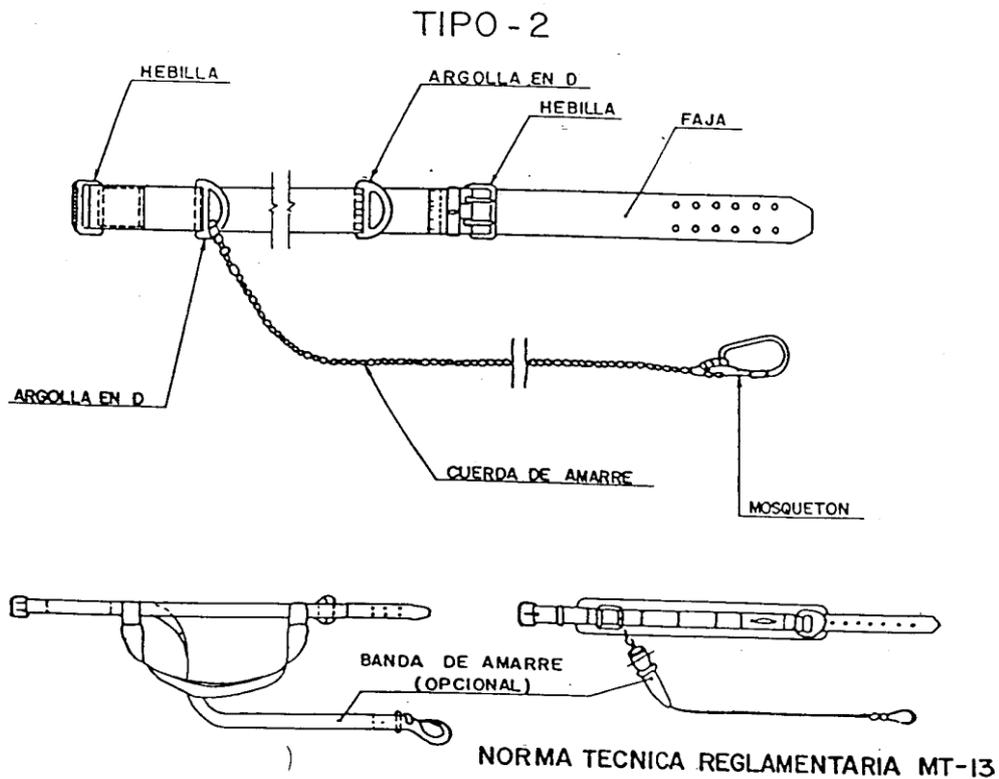
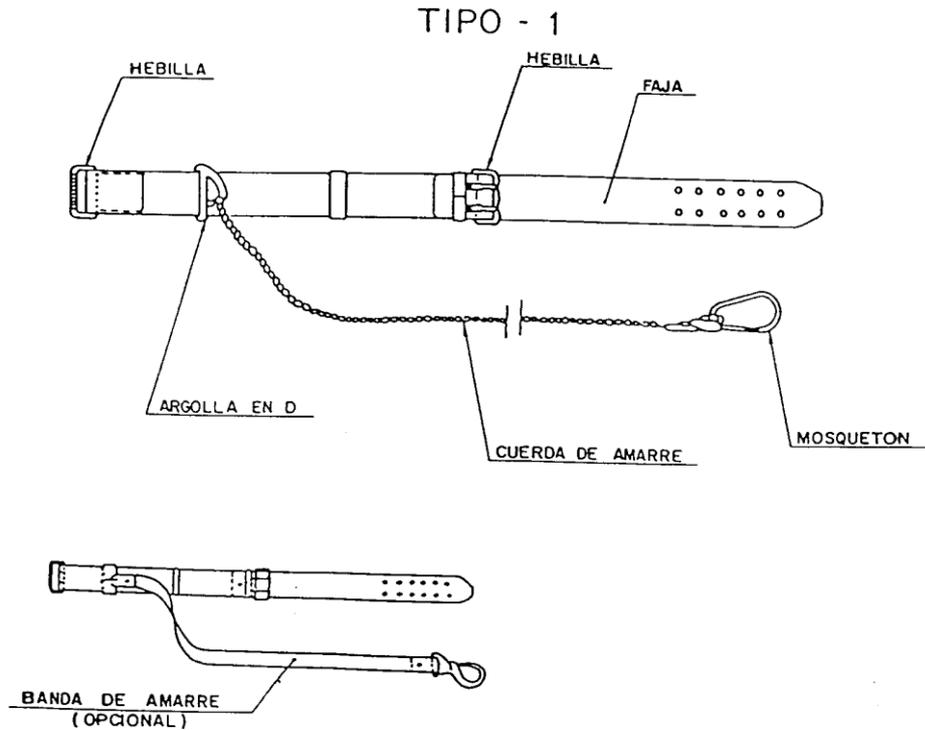


ESS-09. Equipos para trabajos en altura I.



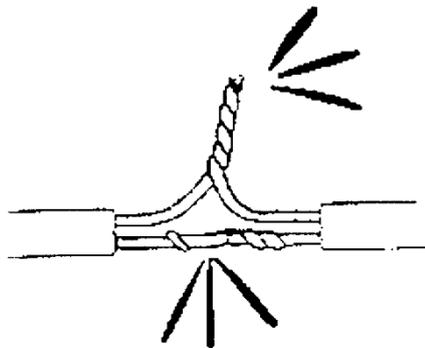
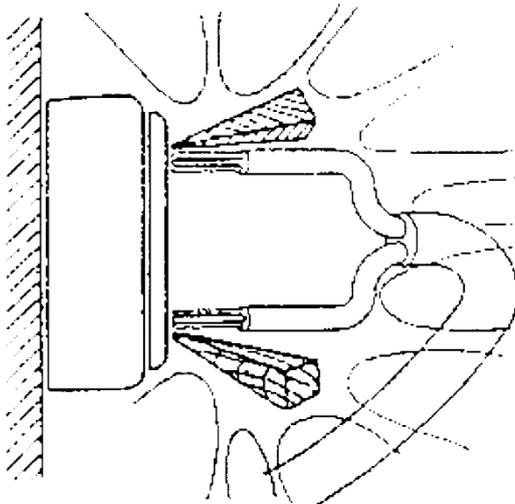
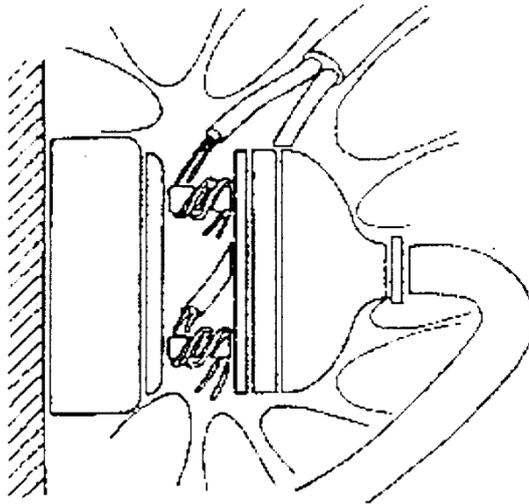
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG02921-23 y VISADO electrónico VD02304-23A de 25/05/2023. CSV = FVMDJUSUJULQU5XT verificable en https://coliar.e-gestion.es

ESS-09. Equipos para trabajos en altura II.

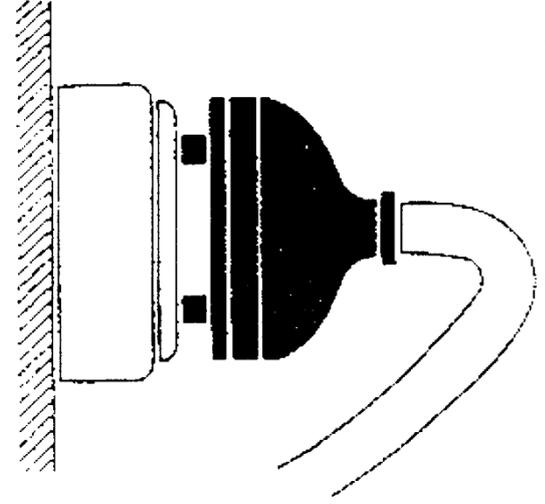
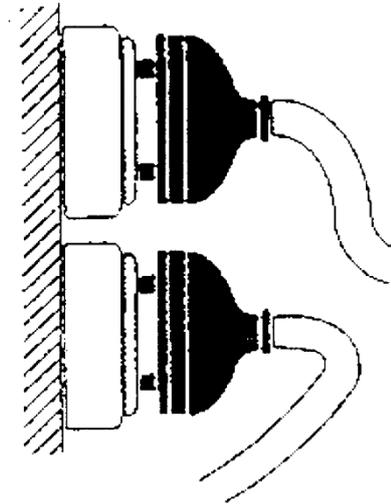


ESS-10. Riesgos eléctricos I.

INCORRECTO

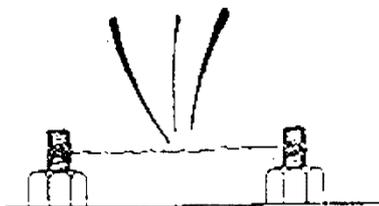
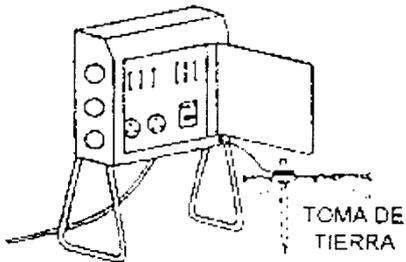
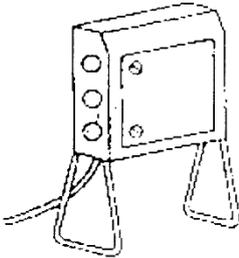
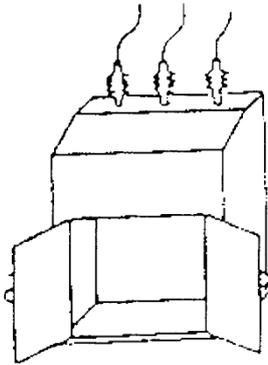


CORRECTO

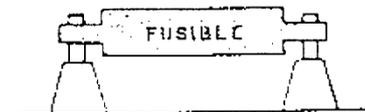
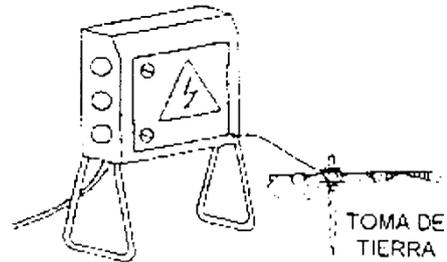
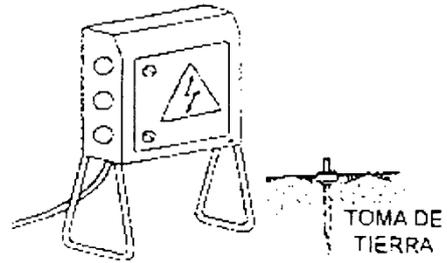
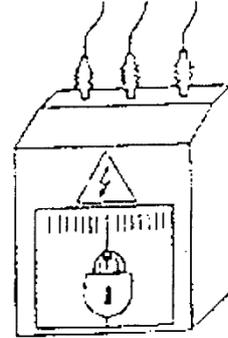


ESS-10. Riesgos eléctricos II.

INCORRECTO

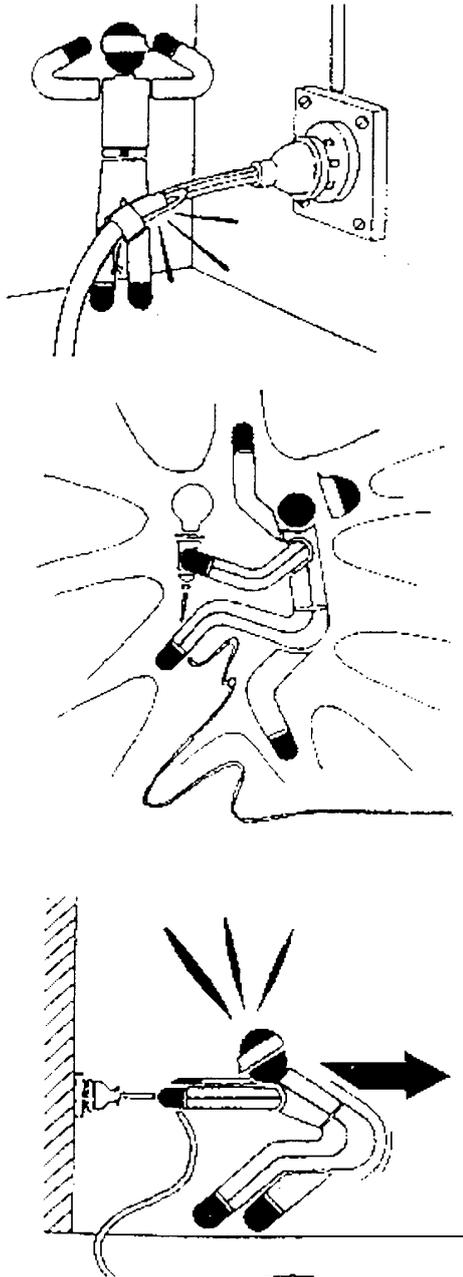


CORRECTO



ESS-10. Riesgos eléctricos III.

INCORRECTO



CORRECTO



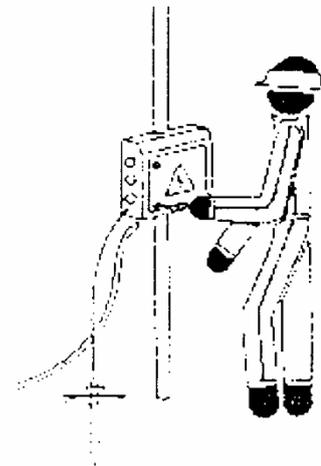
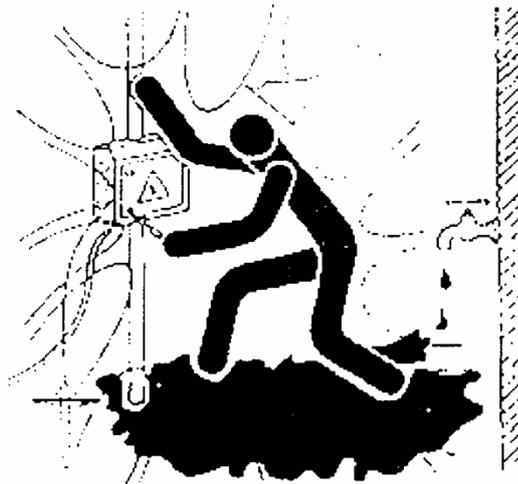
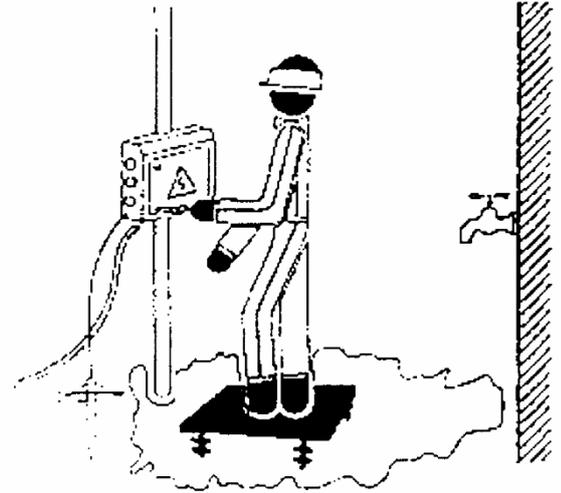
PORTALAMPARAS CON MANGO DE MATERIAL AISLANTE

ESS-10. Riesgos eléctricos IV.

INCORRECTO



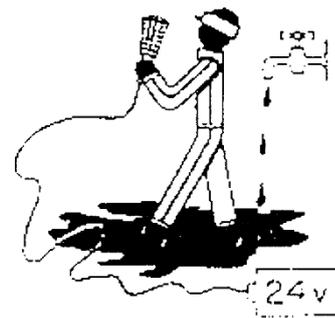
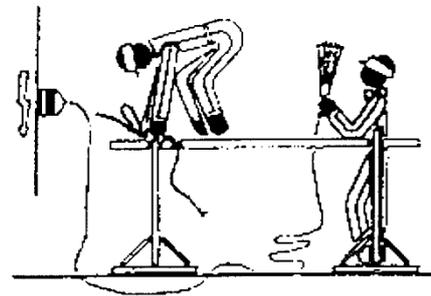
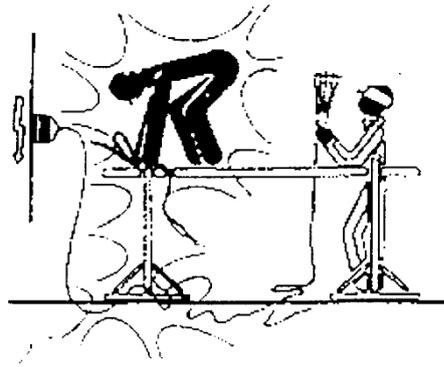
CORRECTO



ESS-10. Riesgos eléctricos V.

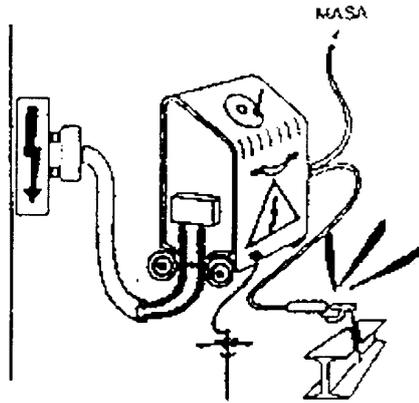
INCORRECTO

CORRECTO

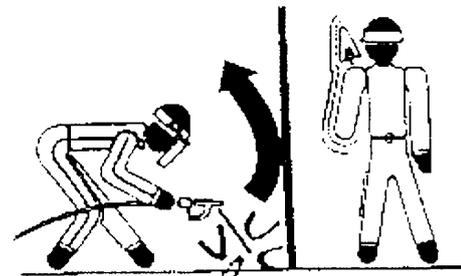
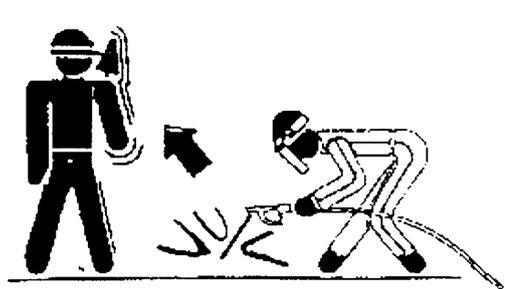
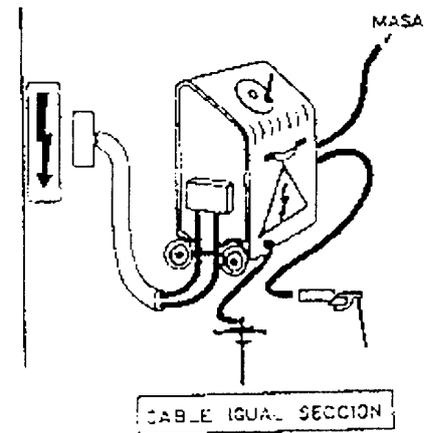
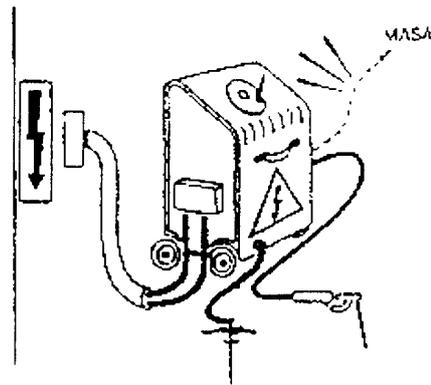
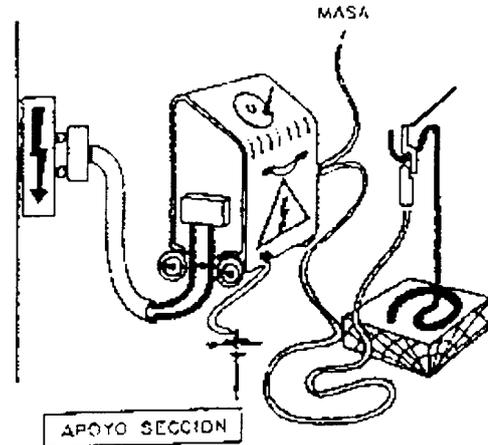


ESS-11. Trabajos de soldadura.

INCORRECTO



CORRECTO





PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES

### 1 OBJETO

El objeto éste Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas por las que se desarrollan los trabajos y se utilizan las dotaciones de seguridad y salud, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

### 2 DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de Enero, de los Servicios de Prevención.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. de 9 de Marzo de 1971), en los Capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/95.
- Ley General de la Seguridad Social (D.2065/74 de 30 de Mayo).
- Ordenanzas General Siderometalúrgica (O.M. de 29 de Julio de 1970).
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/80 de t de Marzo).
- Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud Laboral (Ley 31/95).
- Ordenanza laboral de la Construcción (O.M. 28.08.70)
- R.D. 1561/1995, de 21 de Septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 1215/1997, de 18 de Julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual.
- R.D. 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- R.D. 488/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a obras de construcción.
- R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 1630/1992, de 29 de Diciembre, por el que se distan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.
- R.D. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de la legislación de los estados miembros sobre máquinas.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



- R.D. 71/1992, de 31 de Enero, por el que se amplía el ámbito de aplicación del RD 245/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- R.D. 1513/1991, de 11 de Octubre, por el que se establecen las exigencias sobre los certificados, las marcas de los cables, cadenas y ganchos.
- R.D. 7/1988, Orden de 6 de Junio de 1989, Orden de 26 de Enero de 1990, Orden de 3 de Abril de 1992 y Orden de 24 de Julio de 1992 sobre material eléctrico.
- Orden de 13 de Enero de 1988, Orden de 26 de Enero de 1990, Orden de 3 de Abril de 1992 y Orden de 24 de Julio de 1992 sobre material eléctrico para uso en atmósferas explosivas.
- Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Reglamento de Centros de Transformación y subcentrales eléctricas.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (R.D.2414/61 de 22 de Diciembre).
- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras (O.M. de 23 de Mayo de 1977, y Ordenes Complementarias).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas (R.D. 1495/86 de 26 de Mayo)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 1244/79 de 4 de Abril).
- Instrucción Técnica Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de Mayo de 1982).
- Normas sobre señalización (R.D. 1403/86 de 9 de Mayo).
- Estudios y Planes de Seguridad (R.D. 555/86 de 21 de Febrero).
- Notificación de accidentes de trabajo (O.M. de 16 de Diciembre de 1987).
- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Medios de Protección Personal (R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre y modificaciones posteriores).
- Normativa de seguridad específica del cliente.
- Convenios Colectivos Provinciales.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

### 3 CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

#### 3.1 PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

#### 3.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Redes (según Norma UNE 81-65680)
- Mamparas
- Protecciones de la instalación eléctrica
- Medios de protección contra incendios
- Señalización
- Barandillas
- Plataformas
- Líneas o cuerdas de vida, etc.

Algunas de estas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras. Los elementos de protección colectiva se ajustarán a las características fundamentales siguientes:

##### VALLAS DE LIMITACIÓN Y PROTECCIÓN

Tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

##### TOPES DE DESPLAZAMIENTO DE VEHÍCULOS

Se podrán realizar con un par de tablonces embridados fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

##### PASILLOS DE SEGURIDAD

Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablonces embridados firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonces. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).

##### BARANDILLAS

Dispondrán de un listón superior a una altura de 90 cm, de suficiente resistencia para garantizar la retención de personas, además de un listón horizontal intermedio, así como el correspondiente rodapié.

##### REDES

Serán de polietileno. Sus características serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## LONAS

Serán de buena calidad y de gran resistencia a la propagación de la llama.

## CABLES DE SUJECCIÓN DE CINTURÓN DE SEGURIDAD, ANCLAJES Y SOPORTES

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueden verse sometidos de acuerdo con su función protectora.

## PLATAFORMAS DE TRABAJO

Tendrán un mínimo de 60 cm de ancho. Las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.

## ESCALERA DE MANO

Deberá ir provista de zapatas antideslizantes.

## PLATAFORMAS VOLADAS

Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar y estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandilla.

## INTERRUPTORES DIFERENCIALES Y TOMAS DE TIERRA

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será: para alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA.

La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente, y al menos una vez en la época más seca del año.

## EXTINTORES

Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

## RIEGOS

Las pistas para vehículos se regarán convenientemente para que no se produzca levantamiento de polvo por el tránsito de los mismos.

## SEÑALIZACIÓN

Los cruces con carreteras deberán señalizarse con arreglo a la normativa vigente.

## EXPLOSIVOS

En el caso de empleo de explosivos, deberán cumplirse las Normas dictadas en el reglamento de Policía Minera.

Las únicas personas capacitadas para utilizar y manipular este material serán los artilleros, que serían homologados y aprobados por el Organismo competente que corresponda en cada caso.

Todos los accesos a la zona peligrosa deberán ser convenientemente vigilados y señalizados mediante barreras, banderines u otra señal apropiada de aviso y prohibición de paso.

## VEHÍCULOS

Todos los vehículos de obra deberán llevar aparato acústico; asimismo, llevarán un extintor contra incendios que será revisado cada seis meses como máximo.

La pista de trabajo se mantendrá en condiciones de circulación durante todas las fases de obra, dando continuidad a toda ella. La velocidad de circulación será de veinte kilómetros por hora, como máximo.



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## PROXIMIDAD A ÁREAS CON RIESGO ELÉCTRICO

En las zonas de influencia de líneas eléctricas de media y alta tensión, el contratista establecerá las medidas de seguridad para protección del personal que fijan los Reglamentos vigentes.

Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado de Planos del presente Estudio.

## 4 SERVICIO DE PREVENCIÓN

Servicio Técnico de Seguridad e Higiene

La empresa constructora dispondrá de asesoramiento en seguridad e higiene.

Servicio Médico

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado.

## 5 VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará el vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

Se constituirá el comité cuando proceda, según la ordenanza laboral de construcción o, en su caso, lo que disponga el convenio colectivo provincial.

## 6 INSTALACIONES MÉDICAS

Tanto el botiquín de oficina como el de los tajos, en caso de que exista, se revisarán semanalmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

## 7 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

En función del personal de oficina, almacenes y taller, se dispondrá de las siguientes instalaciones:

El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos y calefacción.

Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha de agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

Para la limpieza y conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria.

## 8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un plan de seguridad e higiene adaptando este estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Será también obligación del contratista, el cumplimiento del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, en lo referente al libro de incidencias a llevar en la obra.

## 9 REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

## DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

### 1 OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Plan de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales.
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- Las protecciones para las instalaciones eléctricas provisionales.
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costes, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y bienestar.

### 2 PROTECCIONES PERSONALES

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Casco de seguridad homologado	10	4,51 €	45,10 €
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	10	6,76 €	67,60 €
Ud.	Gafa sopletero	2	5,71 €	11,42 €
Ud.	Pantalla de soldador	2	19,57 €	39,14 €
Ud.	Cristal pantalla de soldador	4	1,26 €	5,04 €
Ud.	Pantalla facial	4	7,36 €	29,44 €
Ud.	Mascarilla antipolvo	40	0,57 €	22,80 €
Ud.	Protector auditivo ( tapón)	40	0,33 €	13,20 €
Ud.	Protector auditivo (casco)	10	14,72 €	147,20 €
Ud.	Cinturón de seguridad	10	17,92 €	179,20 €
Ud.	Arnés para trabajos en altura con dispositivo anticaída móvil y línea de vida	4	300,51 €	1.202,04 €
Ud.	Mono o buzo de trabajo	10	27,05 €	270,50 €
Ud.	impermeable	10	21,04 €	210,40 €
Ud.	Guantes dieléctricos	10	30,80 €	308,00 €
Ud.	Guantes de uso general	10	2,70 €	27,00 €
Ud.	Guantes de cuero	6	3,91 €	23,46 €
Ud.	Botas impermeables al agua y a la húmeda	10	21,04 €	210,40 €
Ud.	Botas de seguridad de cuero	10	27,05 €	270,50 €
Ud.	Botas dieléctricas	6	26,14 €	156,84 €
Ud.	Mandil soldador	2	19,83 €	39,66 €
Ud.	Manguitos soldador	2	7,82 €	15,64 €
Ud.	Chaleco reflectante	10	16,53 €	165,30 €
<b>TOTAL PROTECCIONES PERSONALES</b>				<b>3.459,88 €</b>



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



### 3 PROTECCIONES COLECTIVAS

No se incluyen protecciones propias de andamios, máquinas, etc., por considerarlas parte integrante de los medios de producción.

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Señal normalizada de tráfico con soporte metálico, incluida la colocación	1	27,20 €	27,20 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	5	5,63 €	28,15 €
Ud.	Cartel indicativo de riesgo sin soporte metálico, incluido la colocación	20	1,53 €	30,60 €
Mts	Cordón de balizamiento reflectante incluidos soportes, colocación y desmontaje	500	0,39 €	195,00 €
Mts	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	500	0,10 €	50,00 €
Ud.	Valla autónoma metálica de contención peatones	10	9,43 €	94,30 €
Ud.	Jalón de señalización, incluida la colocación	150	1,00 €	150,00 €
Ud.	Señalización y protección de zanjas con chapas en cruces y caminos	5	29,15 €	145,75 €
Hrs	Camión de riego, incluido el conductor	20	28,85 €	577,00 €
Ud.	Mampara antiproyecciones	5	67,63 €	338,15 €
M2	Entibado excavación	10	15,04 €	150,40 €
Hrs	Mano de obra de señalización	90	5,71 €	513,90 €
Hrs	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	40	13,82 €	552,80 €
Ud.	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión utilización	2	360,00 €	720,00 €
Ud.	Extintor de polvo polivalente de 6 Kg. Incluido el soporte	4	214,00 €	856,00 €
<b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>4.429,25 €</b>

### 4 PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Instalación de puesta a tierra compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	2	75,13 €	150,26 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (300 mA), incluida instalación	3	87,16 €	261,48 €
Ud.	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA), incluida instalación	3	93,16 €	279,48 €
<b>TOTAL PROTECCIONES INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>				<b>691,22 €</b>

### 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Botiquín	2	90,00 €	180,00 €
Ud.	Reposición material sanitario durante el transcurso de la obra	2	60,10 €	120,20 €
Ud.	Reconocimiento médico obligatorio	10	60,05 €	600,50 €
<b>TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS</b>				<b>900,70 €</b>



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
 TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
 T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 6 VIGILANCIA Y FORMACIÓN

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo ( solamente en el caso de que el Convenio Colectivo Provincial así lo disponga para este número de trabajadores)	6	90,15 €	540,90 €
Hrs	Formación de Seguridad e Higiene en el trabajo	10	21,04 €	210,40 €
Ud.	Control y asesoramiento de seguridad (visitas técnicas)	6	300,51 €	1.803,06 €
<b>TOTAL VIGILANCIA Y FORMACIÓN</b>				<b>2.554,36 €</b>

No se han valorado las horas de dedicación de los mandos a funciones de vigilancia y asesoramiento de seguridad por considerarlas integradas en sus funciones de producción.

## 7 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

UD.	DENOMINACION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Ud.	Recipiente para recogida de basuras	5	21,04 €	105,20 €
Meses	Alquiler de barracón para vestuarios	6	325,46 €	1.952,76 €
Meses	Alquiler de barracón para comedor	6	306,52 €	1.839,11 €
Ud.	Taquilla metálica individual con llave	10	33,06 €	330,60 €
Ud.	Banco de madera capacidad 5 personas	2	40,05 €	80,10 €
Ud.	Radiador de infrarrojos	1	69,07 €	69,07 €
Meses	Alquiler de barracón para aseos con un WC	6	353,04 €	2.118,25 €
Ud.	Fosa séptica reglamentaria	1	1.754,96 €	1.754,96 €
Hrs	Mano de obra empleazada en limpieza y conservación de instalaciones de personal	40	16,02 €	640,80 €
Ud.	Suministro de agua para aseo y energía eléctrica para vestuarios y aseos totalmente terminados	1	600,00 €	600,00 €
<b>TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>				<b>9.490,85 €</b>



PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
SUBESTACIÓN TORRERO PRE 30/132 kV Y LAAT 132 kV  
TORRERO PRE 132 kV - TORRERO 132 kV  
T.M. ZARAGOZA (Zaragoza)



## 8 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	TOTAL
PROTECCIONES PERSONALES	3.459,88 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	4.429,25 €
PROTECCIONES INSTALACIÓN ELECTRICA	691,22 €
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	900,70 €
VIGILANCIA Y FORMACIÓN	2.554,36 €
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	9.490,85 €
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL</b>	<b>21.526,26 €</b>

Asciende el presente presupuesto de Seguridad y Salud para el Proyecto Técnico Administrativo Subestación Torrero PRE 30/132 kV, en el término municipal de Zaragoza (Zaragoza), a la cantidad de VEINTIUN MIL QUINIENTOS VEINTISEIS EUROS Y VEINTISEIS CENTIMOS DE EURO.

Mayo de 2023

D. José Luis Ovelleiro Medina.

Ingeniero Industrial.

Colegiado nº. 1.937 del C.O.I.I.A.R.

Al Servicio de la Empresa:

Ingeniería y Proyectos Innovadores

B-50996719