Obra:

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 220/30 kV

"BOROX SUR"

EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BOROX

(PROVINCIA DE TOLEDO)

Documento:

PROYECTO

Titular:

ENVATIOS FUENCARRAL S.L.U.

Autor:

satel

Septiembre de 2023

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO 1. MEMORIA

- **ANEXO 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**
- **ANEXO 2. PREVENCIÓN DE INCENDIOS**
- **ANEXO 3. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN**
- **ANEXO 4. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**
- **ANEXO 5. ESTUDIOS DE CAMPOS MAGNÉTICOS**
- **ANEXO 6. DECLARACIÓN RESPONSABLE**

DOCUMENTO 2. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO 4. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 5. PLANOS

Zaragoza, septiembre de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

18039234N
DAVID GAVIN
(C:Q5070003H)

Digitally signed by 18039234N DAVID GAVIN (C:Q5070003H)
DN: cn=18039234N DAVID GAVIN (C:Q5070003H), givenName=DAVID, sn=GAVIN ASSO, serialNumber=IDCES-18039234N, 2.5.4.97=VATES-Q5070003H, ou=INGENIERO INDUSTRIAL, ou=INGENIERO INDUSTRIAL, o=COLEGIO INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGON Y LA RIOJA, c=ES
Date: 2023.08.31 09:06:34 +02'00'

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

DOCUMENTO Nº1

MEMORIA

ÍNDICE DOCUMENTO Nº 1

1 . ANTECEDENTES Y OBJETO 1

2 . PETICIONARIO Y PROMOTOR 4

3 . CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN 5

4 . EMPLAZAMIENTO 7

5 . NORMATIVA LEGAL 9

6 . ORGANISMOS AFECTADOS Y ORGANISMOS A CONSULTA 11

7 . OBRAS E INSTALACIONES QUE SE PROYECTAN 12

7.1 INTRODUCCIÓN 12

7.2 ESQUEMAS UNIFILARES 13

7.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES 14

7.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 14

7.3.2 AISLAMIENTO 14

7.3.3 DISTANCIAS MÍNIMAS 15

7.3.4 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO 15

7.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 kV 15

7.5 SISTEMA DE 220 KV 16

7.5.1 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 17

7.5.2 SECCIONADOR CON P.A.T. 18

7.5.3 SECCIONADOR DE BARRAS 18

7.5.4 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POSICIÓN TR) 19

7.5.5 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POSICIÓN DE LÍNEA – SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV") 19

7.5.6 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POSICIÓN DE LÍNEA – SE "COBEJA 220/30 KV") 20

7.5.7 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS 20

7.5.8 AUTOVÁLVULAS 20

7.6 EMBARRADOS 21

7.6.1 GENERALIDADES 21

7.6.2 EMBARRADO DE 220 KV 21

7.6.3 EMBARRADO DE 30 KV 22

7.7 SISTEMA DE 30 KV 22

7.7.1 SALIDAS DE 30 KV 22

7.7.2 REACTANCIAS 23

7.7.3 CELDAS 30 KV 23
7.7.3.1 GENERALIDADES 23
7.7.3.2 POSICIONES DE LÍNEA 24
7.7.3.3 POSICIÓN DE TRANSFORMADOR 24
7.7.3.4 POSICIÓN DE BATERÍA DE CONDENSADORES 25
7.7.3.5 POSICIÓN DE TRAFO DE SERVICIOS AUXILIARES 26
7.7.4 TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES 26
7.7.5 BATERÍA DE CONDENSADORES COMPACTAS DE 6 MVAr 26
7.8 SERVICIOS AUXILIARES 27
7.8.1 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE ALTERNA 27
7.8.2 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE CONTINUA 27
7.9 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 28
7.9.1 RED DE TIERRA INFERIORES 28
7.9.2 RED DE TIERRA AÉREA 28
7.10 CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES 28
7.10.1 UNIDADES DE CONTROL 28
7.10.2 ARMARIOS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES 29
7.11 EQUIPOS DE MEDIDA FISCAl 31
7.12 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS 32
7.13 GRUPO ELECTRÓGENO 33
7.14 CABLES 33
7.14.1 CABLES DE BAJA TENSIÓN 33
7.14.2 CABLES DE FIBRA ÓPTICA 33
7.15 OBRA CIVIL 33
7.15.1 OBRA CIVIL INTEMPERIE 33
7.15.1.1 Descripción 33
7.15.1.2 Movimiento de tierras 34
7.15.1.3 Sistema de tierras 35
7.15.1.4 Saneamiento 35
7.15.1.5 Accesos y viales 35
7.15.1.6 Transformador de potencia 36
7.15.1.7 Estructuras metálicas 36
7.15.1.8 Canalizaciones eléctricas 36
7.15.1.9 Cierre de la subestación 36

7.15.1.10 Elementos auxiliares de seguridad 36
7.15.2 OBRA CIVIL EDIFICIOS 37
7.15.2.1 Movimiento de tierras 37
7.15.2.2 Cimentación 37
7.15.2.3 Red enterrada de saneamiento 37
7.15.2.4 Solera 37
7.15.2.5 Estructura 38
7.15.2.6 Cubiertas 38
7.15.2.7 Albañilería 38
7.15.2.8 Solados y alicatados 38
7.15.2.9 Carpintería 38
7.15.2.10 Cerrajería 38
7.15.2.11 Instalaciones 39
7.15.2.12 Vidriería 39
7.15.2.13 Pintura 39
7.16 ESTRUCTURA METÁLICA 39
7.17 NORMATIVA PREVENCIÓN DE INCENDIOS 39
7.17.1 PARQUE INTEMPERIE 39
7.17.2 EDIFICIO DE MANDO Y CONTROL 40
7.18 DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN 40
7.18.1 INTRODUCCIÓN 40
7.18.2 OBRAS DE DESMANTELAMIENTO 41
7.18.3 MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA 41
7.19 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN 41
7.20 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS 41
8 . PLAZO DE EJECUCIÓN 43
9 . CONCLUSIÓN 44

1 . ANTECEDENTES Y OBJETO

La sociedad ENVATIOS FUENCARRAL, S.L., en adelante "ENVATIOS FUENCARRAL", está proyectando la instalación de una Planta Solar Fotovoltaica denominada "ENVATIOS XXII FASE II", en los términos municipales de Cobeja, Borox y Colmenar de Oreja, en las provincias de Toledo y Madrid, con una potencia nominal de 224 MW y con permiso de acceso y conexión a la red de transporte en la Subestación "FUENCARRAL 220 kV", propiedad de Red Eléctrica de España.

La Subestación Eléctrica Borox Sur 30/220, objeto del presente documento, está actualmente incluida en el procedimiento de solicitud de Autorización Administrativa Previa con código de expediente Pfot – 549 (en adelante "EXPEDIENTE"), según la referencia de la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de la Transición Ecológica y del Reto Demográfico (en adelante "DGPEM"), órgano sustantivo del procedimiento.

Según lo mencionado anteriormente, a petición de la DGPEM, el EXPEDIENTE contiene las siguientes Infraestructuras:

- Planta solar fotovoltaica Envatios XXII Fase II, términos municipales de Cobeja, Borox y Colmenar de Oreja
- **Subestación Eléctrica Borox Sur 30/220 (Borox)** (ESTE PROYECTO)

El resto de las infraestructuras de evacuación de ENVATIOS XXII FASE II hasta su punto de conexión a la red de transporte, se tramitarán dentro del expediente Pfot 550 según lo dictaminado por la DGPEM:

- Subestación Eléctrica Cobeja 30/220 (Cobeja).
- Subestación Eléctrica Colmenar Fuencarral 30/220 (Colmenar de Oreja).
- Línea de Promotores Nudo Fuencarral SE Envatios XXIV – SE Fuencarral REE.
- Línea de Promotores Nudo Fuencarral SE Borox Fuencarral – SE Colmenar Fuencarral – SE Envatios XXIV.
- Línea de Promotores Nudo Fuencarral SE Cobeja – SE Borox Sur – SE Borox Fuencarral.

<u>Antecedentes administrativos</u>

Con fecha 12 de marzo de 2021 la sociedad ENVATIOS PROMOCION XXII SL presenta solicitud de Autorización Administrativa Previa (en adelante "AAP") y Declaración de Impacto Ambiental (en adelante "DIA") para la Planta Fotovoltaica ENVATIOS XXII FASE II, de 224 MWn, ubicada en los términos municipales de Borox y Esquivias (Toledo) así como su infraestructura de evacuación asociada en las provincias de Toledo y Madrid hasta la Subestación "Fuencarral 220 kV", propiedad de REE.

Con fecha 29 de marzo 2021, la DGPEM dicta que la solicitud de autorización administrativa de LOS PRADILLOS ha sido presentada y admitida, y establece un acuerdo de acumulación para la tramitación conjunta relativa a los expedientes de AAP de las plantas fotovoltaicas ENVATIOS XXIV FASE I, ENVATIOS XXIV FASE II, ENVATIOS XXIV FASE III, promovida por Envatios Promoción XXIV S.L; ENVATIOS XXII FASE II, Y LOS PRADILLOS, promovida por Envatios Promoción XIX S.L., todas juntas en adelante "LOS PROYECTOS" con código de expediente asociado PFot-549 AC.

Con fecha 04 de marzo de 2022 se publica en el BOE el Anuncio del Área Funcional de Industria y Energía de la Delegación del Gobierno en Madrid por el que se somete a información pública la solicitud de AAP y DIA de LOS PROYECTOS, así como de sus infraestructuras de evacuación asociadas en las provincias de Toledo y Madrid. Exp.: Pfot-549 AC.

Con fecha 7 de diciembre de 2022, ENVATIOS PROMOCION XXII, S.L., solicita ante el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico el cambio de titularidad para el parque solar fotovoltaico Envatios XXII-Fase II, y sus infraestructuras de evacuación, en las provincias de Toledo y Madrid.

Con fecha 27 de marzo de 2023, se comunica la toma de razón de cambio de titularidad del parque solar fotovoltaico Envatios XXII-Fase II, de potencia instalada 291,2 MWp / 224 MWn, y sus infraestructuras de evacuación, en las provincias de Toledo y Madrid, y código de expediente asociado PFot-549, a favor de la sociedad ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.U.

Con fecha 3 de abril de 2023, se publica en el Boletín Oficial del Estado la Resolución de 21 de marzo de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula Declaración de Impacto Ambiental de LOS PROYECTOS, así como de sus infraestructuras de evacuación asociadas.

Con fecha 20 de junio de 2023, la DGPEM acordó la desacumulación para la tramitación separada relativa a los expedientes de Autorización Administrativa Previa de las plantas fotovoltaicas Envatios XXIV Fase I de 70 MWn, Envatios XXIV Fase II de 70 MWn, Envatios XXIV Fase III de 60 MWn, Envatios XXII Fase II de 224 MWn y Los Pradillos de 300 MWn, así como sus infraestructuras de evacuación en las provincias de Madrid y Toledo.

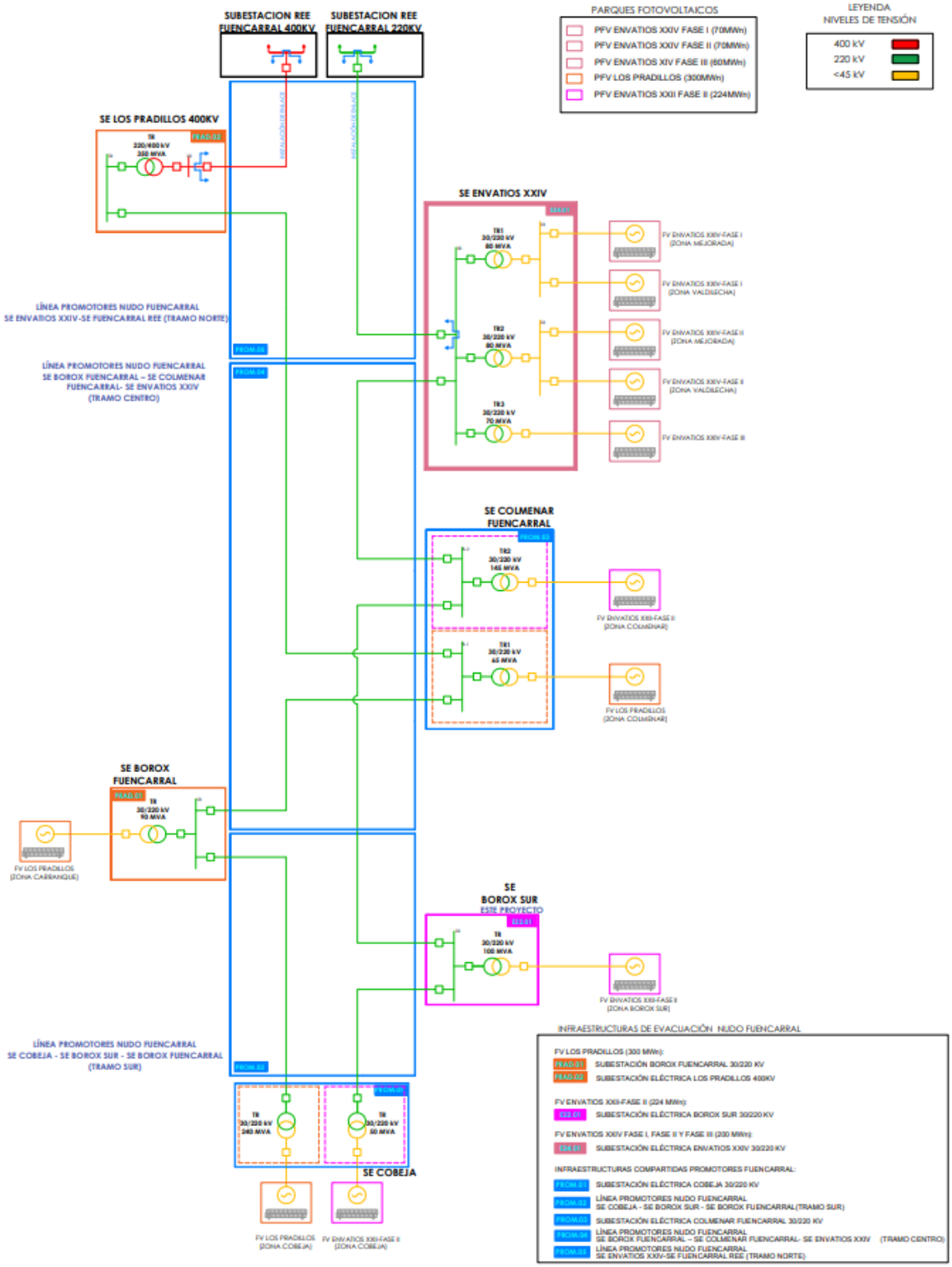
Con fecha 02 de agosto de 2023 la DGPEM otorga a ENVATIOS FUENCARRAL autorización administrativa previa para la instalación fotovoltaica Envatios XXII Fase II, de 290,27 MW de potencia instalada, y sus infraestructuras de evacuación en las provincias de Toledo y Madrid.

El presente Proyecto, se redacta teniendo en cuenta los condicionantes marcados en la DIA, justificado en un documento anexo al mismo, así como en la AAP como consecuencia de la información pública, en el que se realizaron alegaciones y se dio traslado a las distintas Administraciones, organismos o, en su caso, empresas de servicio público o de servicios de interés general en la parte que la instalación pudiera afectar, a bienes y derechos a su cargo. Tiene como finalidad principal la solicitud ante la DGPEM de la Autorización Administrativa de Construcción de la planta solar fotovoltaica ENVATIOS XXII FASE II, así como de las infraestructuras de evacuación (Pfot 549), y su posterior consecuente resolución.

Con respecto a la resolución de AAP del 2 de agosto de 2023 y según lo descrito en el párrafo anterior, este proyecto mantendrá las características principales y únicamente se reubicará dentro de la Planta Fotovoltaica Envatios XXII Fase II, minimizando su potencia de evacuación por la reducción de la potencia de proyecto en dicha zona de implantación.

El objeto del presente proyecto es definir todos los componentes que formarán parte de la instalación para su tramitación, y al mismo tiempo exponer ante los organismos competentes que se reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por el Real Decreto 413/2021, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración, cogeneración y residuos; por el Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica; y por los Reglamentos Técnicos aplicables, con el fin de obtener la Autorización Administrativa de Construcción (AAC).

A continuación, con objeto de completar el contexto del proyecto, se muestra el esquema de conexión del nudo:


SUBESTACION REE FUENCARRAL 400KV
SUBESTACION REE FUENCARRAL 220KV
PARQUES FOTOVOLTAICOS
PFV ENVATIOS XXIV FASE I (70MWn)
PFV ENVATIOS XXIV FASE II (70MWn)
PFV ENVATIOS XIV FASE III (60MWn)
PFV LOS PRADILLOS (300MWn)
PFV ENVATIOS XXII FASE II (224MWn)
LEYENDA NIVELES DE TENSIÓN
400 kV
220 kV
<45 kV
SE LOS PRADILLOS 400KV
SE ENVATIOS XXIV
LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE ENVATIOS XXIV-SE FUENCARRAL REE (TRAMO NORTE)
LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE BOROX FUENCARRAL – SE COLMENAR FUENCARRAL- SE ENVATIOS XXIV (TRAMO CENTRO)
SE COLMENAR FUENCARRAL
SE BOROX FUENCARRAL
SE BOROX SUR
ESTE PROYECTO
LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE COBEJA - SE BOROX SUR - SE BOROX FUENCARRAL (TRAMO SUR)
SE COBEJA
INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN NUDO FUENCARRAL
FV LOS PRADILLOS (300 MWn):
SUBESTACIÓN BOROX FUENCARRAL 30/220 KV
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LOS PRADILLOS 400KV
FV ENVATIOS XXII-FASE II (224 MWn):
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA BOROX SUR 30/220 KV
FV ENVATIOS XXIV FASE I, FASE II Y FASE III (200 MWn):
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ENVATIOS XXIV 30/220 KV
INFRAESTRUCTURAS COMPARTIDAS PROMOTORES FUENCARRAL:
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COBEJA 30/220 KV
LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE COBEJA - SE BOROX SUR - SE BOROX FUENCARRAL (TRAMO SUR)
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA COLMENAR FUENCARRAL 30/220 KV
LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE BOROX FUENCARRAL – SE COLMENAR FUENCARRAL- SE ENVATIOS XXIV (TRAMO CENTRO)
LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE ENVATIOS XXIV-SE FUENCARRAL REE (TRAMO NORTE)

2 . PETICIONARIO Y PROMOTOR

Las entidades promotoras de la instalación objeto del presente Proyecto son las siguientes sociedades mercantiles:

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.U.
B-16857203
Calle Leonardo Da Vinci nº2, Edificio Prodiel (Isla de la Cartuja)
41092 Sevilla (Sevilla)

3 . CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

La Subestación "Borox Sur" objeto del presente proyecto, está ubicada en la provincia de Toledo, y más concretamente en el Término Municipal de Borox, parcela 129 del polígono 12. Su planta tendrá unas dimensiones máximas exteriores de 77,45 por 68,45 metros, quedando en total una superficie construida de 5.301,45 m^2.

Consulta Descriptiva y Gráfica de datos catastrales de la parcela:

GOBIERNO DE ESPAÑA — MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA — SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA — DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 45021A012001290000BQ

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 12 Parcela 129
CERIGOLO. BOROX [TOLEDO]

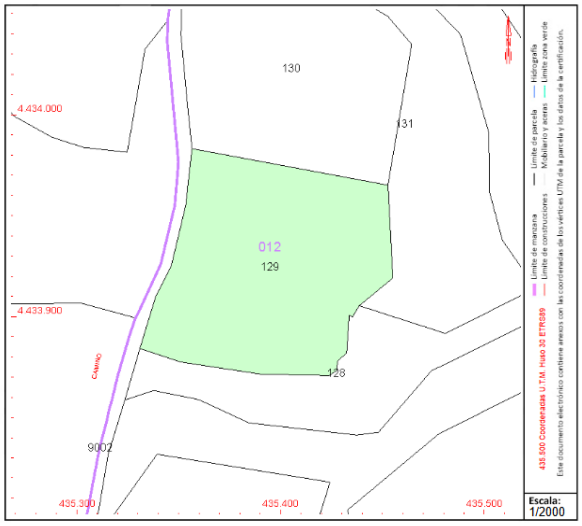
Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida:
Año construcción:

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
0	C- Labor o Labradío secano	03	10.181

PARCELA

Superficie gráfica: 10.181 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo:



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Martes , 18 de Julio de 2023

A continuación, se presentan las coordenadas UTM de los vértices del vallado y la plataforma de la subestación

COORDENADAS VALLADO SET BOROX SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
V1	435.373	4.433.966
V2	435.438	4.433.951
V3	435.421	4.433.878
V4	435.356	4.433.892

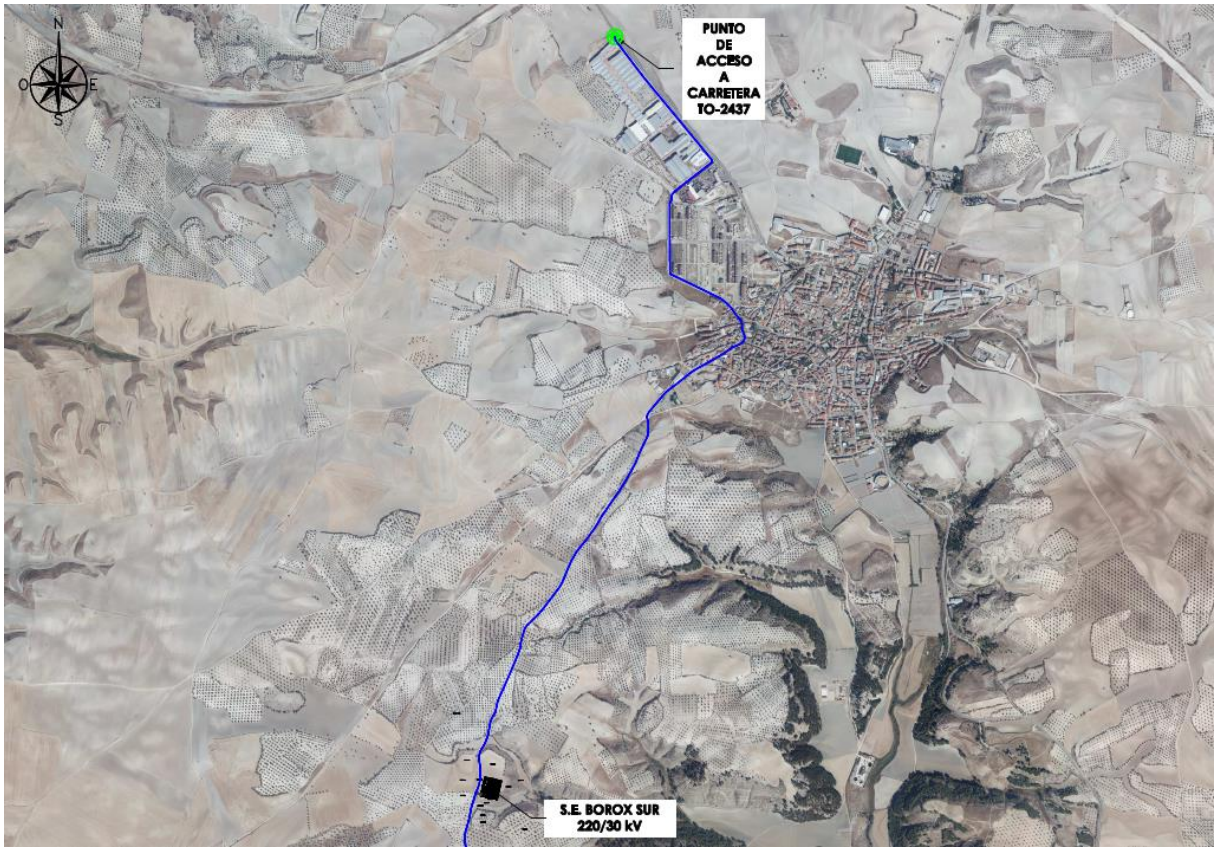
Las Posiciones de las esquinas que conforman la explanada de la Subestación "Borox Sur" en coordenadas UTM son las siguientes:

COORDENADAS PLATAFORMA SET BOROX SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
P1	435.372	4.433.967
P2	435.439	4.433.952
P3	435.422	4.433.876
P4	435.355	4.433.892

4 . EMPLAZAMIENTO

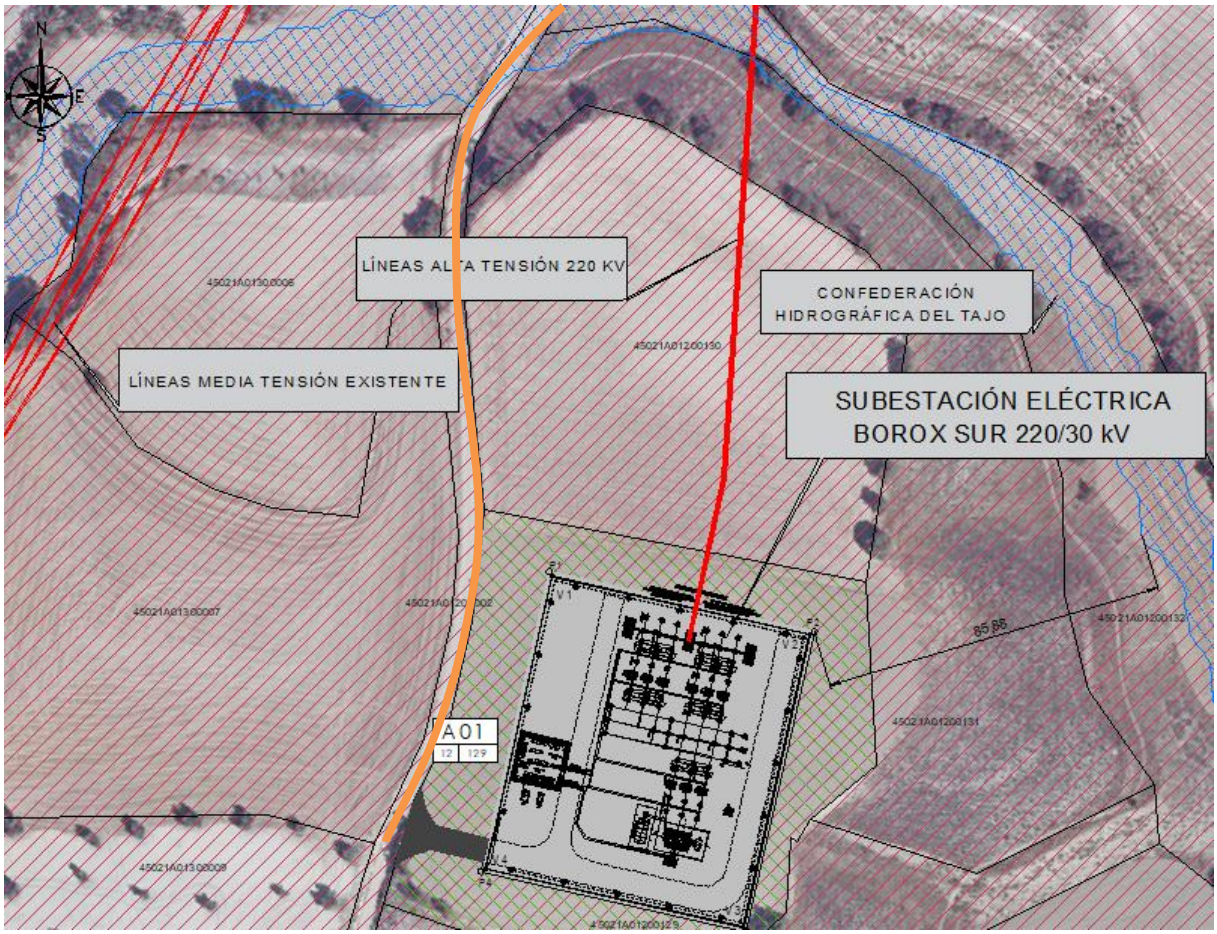
Como ya se ha citado anteriormente, la Subestación "BOROX SUR" está en el Término Municipal de Toledo, provincia de Castilla-La Mancha.

El acceso a la SET se realiza mediante un camino interno de nueva construcción que conecta la cara oeste de la subestación con el camino ya existente que limita la extensión de la parcela por su parte oeste. Este camino existente es conocido como "Camino de Añover de Tajo a Borox". A su vez, el punto de acceso hasta una vía principal accesible será con la carretera TO-2437.



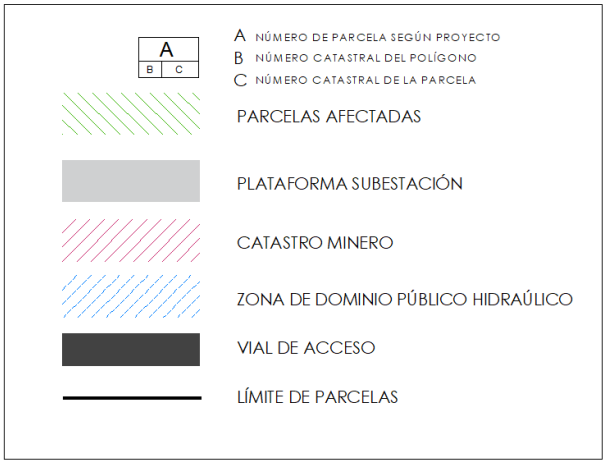
La Subestación se encuentra a unos 609 m.s.n.m. La climatología de la zona es de tipo mediterráneo continentalizado, con inviernos largos y fríos y veranos cortos, calientes y despejados, además de un fuerte contraste entre la temperatura durante el día y la noche.

En naranja se encuentra representado el camino a recorrer desde el punto de acceso más óptimo desde la carretera TO-2437.



El recorte anterior se asocia al plano 03: Implantación Orfotofo y Catastro, se pueden observar diferentes colores y sombreados. A continuación, se muestra una leyenda.

LEYENDA



5 . NORMATIVA LEGAL

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

- **Obra civil y estructuras**
  - ✓ Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
  - ✓ Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
  - ✓ Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, publicado en BOE número 303 de 17 de diciembre de 2004.
  - ✓ Reglamento delegado UE 2016/364 de la comisión de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción.
- **Instalaciones eléctricas**
  - ✓ 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 01a 09.
  - ✓ Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
  - ✓ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT.
  - ✓ 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 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. (excepto los Capítulos II, IV, V y el anexo I derogados por el R.D. 123/2017).
  - ✓ Ley 17/2007, Adaptación del SECTOR ELÉCTRICO a la Directica 2003/54/CE (26/06/2003). "Normas comunes para el mercado interior de la electricidad".
  - ✓ Real Decreto 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.
  - ✓ R.D. 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
  - ✓ Ley 24/2013 de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico.
  - ✓ Normas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
  - ✓ Normas UNE y CEI aplicables.
  - ✓ Recomendaciones UNESA aplicables.

- **Seguridad y Salud**
  - ✓ Ley 54/2003, de 24 de marzo, por la que se reforma el marco normativo de la prevención de riesgos laborables.
- **Normativa ambiental**
  - ✓ Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
  - ✓ Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
  - ✓ Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

6 . ORGANISMOS AFECTADOS Y ORGANISMOS A CONSULTA

Los organismos afectados por el presente proyecto son:

- ✓ AYUNTAMIENTO DE BOROX
- ✓ CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO
- ✓ ÁREA DE MINAS. DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA DE LA CONSEJERÍA DE DESARROLLO SOSTENIBLE DE CASTILLA-LA MANCHA
- ✓ ÁREA DE INFRAESTRUCTURAS Y PRESUPUESTO DE LA DIPUTACIÓN DE TOLEDO.

Los organismos a consulta son los siguientes:

- ✓ DELEGACIÓN PROVINCIAL DE TOLEDO DE LA CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTES DE CASTILLA-LA MANCHA. SERVICIO DE CULTURA.

Se realiza un documento separata genérica informativa para todos los organismos que quiera consultar el órgano sustantivo según lo establecido en el RD 1955/2000.

7 . OBRAS E INSTALACIONES QUE SE PROYECTAN

7.1 INTRODUCCIÓN

En la SET objeto del presente proyecto, se eleva la tensión de las líneas procedentes de un parque fotovoltaico a 30 kV hasta 220 kV:

- PV Envatios XXII – Fase II (76,15 MW nominales). Llegada a la SET en 8 circuitos.

En la posición de barras de 220 kV se recibirán 38,08 MW nominales procedentes de la SE "Cobeja" 220/30 kV. La evacuación de esta energía se llevará a cabo mediante **la LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE COBEJA – SE BOROX SUR – SE BOROX FUENCARRAL (Tramo Sur) de doble circuito**, llegando a la SE "Borox Fuencarral" en forma de línea aérea **en la que solo hará una E/S el circuito proveniente de la PV ENVATIOS XXII - FASE II.**

Toda la potencia recibida en la SE "Borox Sur" (114,23 MW) se evacuará a través de **la LÍNEA PROMOTORES NUDO FUENCARRAL SE BOROX FUENCARRAL – SE COLMENAR FUENCARRAL – SE ENVATIOS XXIV (Tramo Centro) a 220 kV**, objeto de otro proyecto, que conectará con la SE "Colmenar Fuencarral 220 kV".

Las Posiciones de las esquinas que conforman el vallado de la Subestación "Borox Sur" en coordenadas UTM son las siguientes:

COORDENADAS VALLADO SET BOROX SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
V1	435.373	4.433.966
V2	435.438	4.433.951
V3	435.421	4.433.878
V4	435.356	4.433.892

Las Posiciones de las esquinas que conforman la explanada de la Subestación "Borox Sur" en coordenadas UTM son las siguientes:

COORDENADAS PLATAFORMA SET BOROX SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
P1	435.372	4.433.967
P2	435.439	4.433.952
P3	435.422	4.433.876
P4	435.355	4.433.892

Las características principales de la nueva Subestación 220/30 kV "Borox Sur" se resumen en el cuadro siguiente:

Número de niveles de Tensión	2
Tensión	220/30 kV
Ejecución 220 kV	Intemperie
Ejecución 30 kV	Interior Celdas Blindadas

Todos los elementos de la Subestación se ubicarán en un recinto vallado de acotado por las siguientes medidas de 75,45 por 65,45 metros, en el que se situarán, además de los sistemas de 220 kV y el edificio que alojará las celdas de 30 kV, así como los cuadros de control, SSAA y otras instalaciones necesarias.

7.2 ESQUEMAS UNIFILARES

La subestación eléctrica será de tipo intemperie y posee la siguiente configuración:

- Dos (2) posiciones de línea de 220 kV.
- Una (1) posición de barras de 220 kV.
- Una (1) posiciones intemperie de transformador de potencia 220/30 kV, de 80-100 MVA, ONAN-ONAF, con regulación en carga.
- Un (1) conjuntos de celdas de 36 kV formado por celdas blindadas aisladas en SF6 con configuración de simple barra repartidas en 1 embarrados único y relés de protección incorporados constituido por:
  - Ocho (8) posiciones de llegada líneas procedentes de PFV "FV ENVATIOS XXII-FASE II ZONA BOROX SUR".
  - Una (1) posición de baterías de condensadores.
  - Una (1) posición de transformador, lado 30 kV.
  - Una (1) posición de reserva.
  - Una (1) posición de transformador de servicios auxiliares.
  - Una (1) posición de condensadores de 6 MVAr.
- Sistema integrado de control y protección (SICOP).
- Sistema de Servicios Auxiliares formado por un transformador de MT/BT y baterías de corriente continua de 125Vcc.
- Grupo electrógeno para el suministro alternativo de los SSAA de la subestación.
- Sistema de comunicaciones en tiempo real mediante fibra óptica, para el telemando y las protecciones comunicadas.
- Sistemas de protección contra incendios y de detección de intrusos.

En el plano ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y DE MEDIDA se representa el esquema unifilar de los sistemas de 220 y 30 kV de la subestación y quedan reflejados todos los circuitos principales que componen el conjunto de la instalación.

En el documento 06 de planos, figuran los de disposición general de la instalación en planta y secciones, así como los del edificio de interconexión y control, etc.

7.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

7.3.1 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Las características eléctricas de la aparamenta serán:

Nivel de tensión del parque	**220 kV**	**30 kV**
Tensión nominal	220 kV_{ef}	30 kV_{ef}
Tensión más elevada para el material	245 kV_{ef}	36 kV_{ef}
Frecuencia nominal	50 Hz	50 Hz
Tensión soportada a frecuencia industrial	460 kV_{ef}	70 kV_{ef}
Tensión soportada bajo impulso tipo rayo	1.050 kV_{cr}	170 kV_{cr}
Conexión del neutro	Rígido a tierra	A través de reactancia
Intensidad nominal del embarrado	2.000 A	2.000 A
Intensidad nominal posición de línea	2.000 A	630 A
Intensidad nominal posición de transformador	2.000 A	2.000 A
Intensidad máxima de defecto trifásico	40 kA	25 kA
Duración máxima del defecto trifásico	0,5 s	0,5 s

7.3.2 AISLAMIENTO

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

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	**Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)**	**Tensión soportada de corta duración 50Hz, KV eficaces**
Nivel 220 kV 245	1.050	460

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

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	**Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)**	**Tensión soportada de corta duración 50Hz, KV eficaces**
Nivel 30 kV 36	170	70

7.3.3 DISTANCIAS MÍNIMAS

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

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

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

En el parque de 220kV, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo, medida en centímetros, igual a H= 250 + d = 460 cm (d = 210 cm, según ITC-RAT 12 Tabla 3), en el caso de pasillos de servicios, cuya anchura sea mayor de 1 m con elementos en tensión a un solo lado o a 1,2 metros con elementos en tensión a ambos lados, distancias todas ellas respetadas según se puede observar en los planos de la subestación adjuntos.

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre éstos y el cierre una distancia de 360 cm para el caso de 245 kV y 182 cm para el nivel de 36 kV, obteniéndose dicha distancia mediante la siguiente expresión dada por el ITC-RAT 15 apartado 4.3.1, para cerramiento compuesto por un enrejado de cuadrícula no mayor de 50x50mm de cualquier altura K ≥ 220 cm,

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

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

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

7.3.4 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Los interruptores y los demás elementos de la subestación están preparados para soportar corrientes de corta duración de al menos 25 kA para la aparamenta de 30 kV, y de 40 kA para la aparamenta de 220 kV. En el anexo 1 de cálculos justificativos se puede observar que la intensidad de cortocircuito nunca supera estos valores con lo que la aparamenta está correctamente dimensionada.

7.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 KV

Se instalará un transformador de potencia trifásicos de relación nominal 220/30 kV de 80 MVA (ONAN) / 100 MVA (ONAF), en baño de aceite, sobre una bancada situada en la zona del parque intemperie.

El dieléctrico será aceite que circulará en el interior de la cuba por convección natural. La conexión del neutro en el lado de alta tensión será rígida a tierra mientras que conexión a tierra del devanado de media tensión será a través de una reactancia limitadora.

Las características constructivas más importantes son:

- ✓ Tipo de servicio ..... Continuo
- ✓ Potencia nominal ONAN/ONAF [MVA] devanado primario ..... 80/100 MVA
- ✓ Relación de transformación ..... 220 ± 10x1,1% / 30kV
- ✓ Frecuencia [Hz] ..... 50 Hz
- ✓ Conexión ..... Estrella/triángulo
- ✓ Grupo de conexión YNd11
- ✓ Tensión de cortocircuito Devanado secundario ..... 13,5%@100 MVA
- ✓ Niveles de aislamiento en el primario
  - Nivel de aislamiento [kV] 245
  - Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460
  - Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050
- ✓ Niveles de aislamiento en el secundario
  - Nivel de aislamiento [kV] 36
  - Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 70
  - Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 170
- ✓ Una (1) unidad de Transformador de Intensidad Toroidal, para protección contra faltas a tierra, a instalar en la puesta a tierra del conexionado en estrella, con las características siguientes:
  - Tensión nominal [kV] 245
  - Relación de transformación [A] 200/5
  - Clase de precisión ..... 60 VA 5P20

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

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

7.5 SISTEMA DE 220 KV

La parte de la subestación con nivel de tensión de 220 kV se encontrará ubicada en un recinto vallado en el que se instalará el transformador de potencia y la aparamenta en dicho nivel de tensión (interruptor, seccionadores, transformadores de intensidad, transformadores de tensión y autoválvulas), así como sus correspondientes estructuras metálicas de soporte. También se instalarán

elementos del esquema de 30 kV tales como las reactancias de puesta a tierra del sistema, las baterías de condensadores y el aparellaje necesario para su maniobra.

En el nivel de 220 kV se dispondrá de una posición de transformador de potencia, una posición de barras de 220 kV y dos posiciones de línea.

En el Documento 5, "Planos" se incluyen los esquemas unifilares y la disposición en planta de la aparamenta que se va a describir a continuación.

La posición de trafo de 220 kV dispondrá de:

- ✓ Un (1) seccionador tripolar de 220 kV de barras.
- ✓ Un (1) interruptor tripolar de 220kV automático de corte en SF6.
- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- ✓ Un (1) juegos de tres (3) pararrayos autoválvulas de óxido metálico, con contador de descargas.

Cada una de las posiciones de línea de 220 kV dispondrá de:

- ✓ Un (1) seccionador tripolar de 220 kV de barras.
- ✓ Un (1) interruptor tripolar de 220kV automático de corte en SF6.
- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de intensidad para medida y protección.
- ✓ Un (1) seccionador tripolar de 220kV con puesta a tierra de línea.
- ✓ Un (1) juegos de tres (3) pararrayos autoválvulas de óxido metálico, con contador de descargas.
- ✓ Un juego de tres (3) transformadores de tensión para medida y protección.

La línea (salida rígida) de 220 kV estarán protegidas mediante una protección direccional de neutro (67N), una protección de distancia (21) y otra protección diferencial longitudinal (87L).

La parte del transformador de potencia estará protegida mediante tres relés de sobreintensidad de fase (50), más una protección de sobreintensidad de neutro para faltas a tierra (51N).

La actuación de la protección diferencial (87T) y la de las protecciones del propio transformador (63N-63BJ-63B-26), estarán concentradas en un relé de disparo y bloqueo (86), con rearme manual, que dispara los interruptores del transformador.

Las protecciones propias del transformador y la protección diferencial dan orden de disparo a los interruptores situados a ambos lados del transformador, mientras que las protecciones de sobreintensidad del transformador, disparan al interruptor de nivel de tensión al que van asociadas.

En el lado de alta tensión se dispondrá de contador electrónico combinado de energía activa y reactiva bidireccional.

Los circuitos de intensidad y tensión de los equipos de medida y protección, estarán alimentados de los transformadores de intensidad y tensión correspondientes.

7.5.1 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

Para la apertura y cierre de las posiciones de 220 kV, se ha previsto la instalación de un interruptor automático tripolar de SF_6, para montaje en intemperie.

Sus características principales son:

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

Es un interruptor trifásico automático, para alta tensión, a gas SF_6 de simple y baja presión, para servicio intemperie, hasta –30º C, de tres ciclos, modelo monocámara (un elemento de interrupción por polo), con mando por muelle incorporado para funcionamiento en tripolar (un mando para los tres polos) y con el gas necesario para su funcionamiento controlado por densímetro, con contactos de control y alarma. Responde en su ejecución a las últimas ediciones de las normas CEI-56.

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

Se instalarán un total de tres (3) interruptores automáticos.

7.5.2 SECCIONADOR CON P.A.T.

Para poder efectuar el seccionamiento de las salidas de línea, se ha previsto el montaje de un seccionador tripolar para 245 kV, de tipo intemperie, de dos columnas giratorias, de apertura central y con cuchillas de puesta a tierra.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- ✓ Tensión nominal [kV] 245
- ✓ Frecuencia [Hz] 50
- ✓ Intensidad nominal de servicio [A] 2.000
- ✓ Intensidad admisible de corta duración [kA] 40
- ✓ Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460
- ✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050

El seccionador estará equipado con accionamiento por motor eléctrico.

Se instalarán un total de dos (2) seccionadores con PAT.

7.5.3 SECCIONADOR DE BARRAS

Para poder efectuar el seccionamiento de las posiciones de línea y de trafo con las barras de 220 kV, se ha previsto el montaje de un seccionador tripolar para 245 kV, de tipo intemperie, de dos columnas giratorias y apertura central.

Las características técnicas principales de estos seccionadores son las siguientes:

- ✓ Tensión nominal [kV] 245
- ✓ Frecuencia [Hz] 50
- ✓ Intensidad nominal de servicio [A] 2.000

- ✓ Intensidad admisible de corta duración [kA] 40
- ✓ Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460
- ✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050

El seccionador estará equipado con accionamiento por motor eléctrico.

Se instalarán un total de tres (3) seccionadores de barras.

7.5.4 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POSICIÓN TR)

Se instalarán junto al interruptor de 220 kV, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

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

- ✓ Tensión más elevada [kV] 245
- ✓ Tensión de servicio [kV] 220
- ✓ Frecuencia [Hz] 50
- ✓ Relación de transformación [A] 300-600/5-5-5-5

Potencias y clases de precisión

- ✓ Arrollamientos de medida ..... 20 VA cl. 0.2s FS<5
- ✓ Arrollamientos de protección 1 ..... 30 VA cl. 0,5-3P
- ✓ Arrollamientos de protección 2 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Arrollamientos de protección 3 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460
- ✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050

7.5.5 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POSICIÓN DE LÍNEA – SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 KV")

Se instalarán junto al interruptor de 220 kV, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

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

- ✓ Tensión más elevada [kV] 245
- ✓ Tensión de servicio [kV] 220
- ✓ Frecuencia [Hz] 50
- ✓ Relación de transformación [A] 400-800/5-5-5-5

Potencias y clases de precisión

- ✓ Arrollamientos de medida ..... 20 VA cl. 0.2s FS<5
- ✓ Arrollamientos de protección 1 ..... 20 VA cl. 0,5-3P
- ✓ Arrollamientos de protección 2 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Arrollamientos de protección 3 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460

- ✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050

7.5.6 TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD (POSICIÓN DE LÍNEA – SE "COBEJA 220/30 KV")

Se instalarán junto al interruptor de 220 kV, tres transformadores de intensidad que alimentarán los circuitos de medida y protección.

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

- ✓ Tensión más elevada [kV] 245
- ✓ Tensión de servicio [kV] 220
- ✓ Frecuencia [Hz] 50
- ✓ Relación de transformación [A] 150-300/5-5-5-5

Potencias y clases de precisión

- ✓ Arrollamientos de medida ..... 20 VA cl. 0.2s FS<5
- ✓ Arrollamientos de protección 1 ..... 20 VA cl. 0,5-3P
- ✓ Arrollamientos de protección 2 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Arrollamientos de protección 3 ..... 30 VA cl. 5P20
- ✓ Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460
- ✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050

7.5.7 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN INDUCTIVOS

En las dos posiciones de línea y en la posición de barras de 220 kV, se instalará un juego de tres transformadores de tensión inductivos cuyas características eléctricas más importantes son:

- ✓ Tensión más elevada [kV] 245
- ✓ Tensión de servicio [kV] 220
- ✓ Frecuencia [Hz] 50
- ✓ Relación de transformación [kV]: ..... 220:√3 / 0,11:√3-0,11:√3-0,11: 3

Potencias y clase de precisión

- ✓ Arrollamiento de medida ..... 20 VA, cl 0.2
- ✓ Arrollamiento protección 1 ..... 30 VA, cl 0.5-3P
- ✓ Arrollamiento protección 2 ..... 30 VA, cl 0.5-3P
- ✓ Tensión de ensayo 1 minuto 50Hz [kV] 460
- ✓ Tensión de ensayo con onda 1,2/50 µs [kV] 1.050

7.5.8 AUTOVÁLVULAS

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado el montaje de tres (3) juegos de tres pararrayos tipo autoválvula, dos situados en las proximidades de los pórticos de las posiciones de línea y una en las proximidades de los transformadores de potencia.

Las características más significativas son las siguientes:

- ✓ Tensión de servicio continuo Uc [kV]..... 154
- ✓ Tensión asignada Ur [kV] 192
- ✓ Corriente de descarga asignada [kA] 10
- ✓ Clase..... 3

Las autoválvulas a utilizar serán de óxido de zinc con recubrimiento exterior de porcelana y cada una de las autoválvulas a instalar irá equipada con un contador de descargas y se instalará sobre soporte metálico individual.

7.6 EMBARRADOS

7.6.1 GENERALIDADES

Los embarrados principales y auxiliares se elegirán de forma que las temperaturas máximas previstas no provoquen calentamientos por encima de 40 ºC sobre la temperatura ambiente. Asimismo, soportarán los esfuerzos electrodinámicos y térmicos de las corrientes de cortocircuito previstas, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

A continuación, se reflejan las intensidades nominales y de diseño, tanto en régimen permanente como en condiciones de cortocircuito, apreciándose que se han elegido unos valores para el diseño de embarrados superiores a los nominales con un margen de seguridad suficiente:

Sistema de 220 kV (Posiciones de línea y de trafo):

- ✓ Intensidad nominal de la instalación: .....2.000 A
- ✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 40 kA

Sistema de 30 kV (Posiciones de celda de trafo de MT):

- ✓ Intensidad nominal de la instalación: .....2.000 A
- ✓ Intensidad de cortocircuito soportada: ..... 25 kA

7.6.2 EMBARRADO DE 220 KV

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

- ✓ Configuración .....Duplex
- ✓ Sección total ..... 454,50 mm^2
- ✓ Composición: ..... 54+7 hilos de aluminio y acero respectivamente
- ✓ Diámetro: .....27,72 mm
- ✓ Peso: .....1.520,9 kg/km
- ✓ Resistencia eléctrica (a 20º C):.....0,0717 Ω/km
- ✓ Corriente admisible (sin sol y sin viento): .....795,38 A

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

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

7.6.3 EMBARRADO DE 30 KV

En las salidas de bornas de los devanados secundarios de los transformadores de potencia hasta su conexión con los terminales, los embarrados estarán constituidos por tubo de Aluminio de 100 mm de diámetro exterior y 90 mm de diámetro interior (sección 1.495 mm^2), que al aire y sin pintar, admite una intensidad de 2.320 A en servicio continuo, para una temperatura ambiente de 35ºC.

La conexión entre el embarrado de salida del transformador de potencia y cada una de las celdas de transformador de 30 kV se hace a través de tres ternas de cable de potencia de 630 mm^2 de cobre, tipo RH5Z1 18/30 kV y terminales flexibles, que soportan una intensidad máxima de 1.095 A por hilo.

7.7 SISTEMA DE 30 KV

7.7.1 SALIDAS DE 30 KV

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

Un (1) juego de tres (3) unidades de pararrayos autoválvulas de óxido metálico con envolvente polimérica de las siguientes características:

- ✓ Tensión asignada ..... 36 kV
- ✓ Tensión máxima de servicio continuo ..... 29 kV
- ✓ Clase 2
- ✓ Distancia de fuga mínima ..... 900 mm
- ✓ Corriente de descarga asignada ..... 10 kA
- ✓ Nivel de aislamiento ..... 170 kV
- ✓ Servicio ..... Intemperie

Tres (3) aisladores apoyo.

Nueve (9) terminales exteriores por fase para cable 18/30 kV.

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

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

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

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

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

- ✓ Tensión nominal..... 36 kV
- ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
- ✓ Intensidad de corta duración..... 25 kA
- ✓ Mando..... Manual

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

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

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

7.7.2 REACTANCIAS

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

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

7.7.3 CELDAS 30 KV

7.7.3.1 GENERALIDADES

Las celdas son del tipo blindado y encapsulado trifásico con aislamiento de gas hexafluoruro de azufre (SF_6). La configuración eléctrica es de simple barra.

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

- Un (1) conjuntos de celdas de 36 kV formado por celdas blindadas aisladas en SF6 con configuración de simple barra repartidas en 1 embarrados único y relés de protección incorporados constituido por:

- Ocho (8) posiciones de llegada líneas procedentes de PFV "FV ENVATIOS XXII-FASE II ZONA BOROX SUR".
- Una (1) posición de baterías de condensadores.
- Una (1) posición de transformador, lado 30 kV.
- Una (1) posición de reserva.
- Una (1) posición de transformador de servicios auxiliares.
- Una (1) posición de condensadores de 6 MVAr.

Características generales de las celdas:

- ✓ Tensión nominal de aislamiento: ..... 36 kV
- ✓ Tensión de servicio: ..... 30 kV
- ✓ Intensidad nominal del embarrado: ..... 2.000 A
- ✓ Corriente de cortocircuito simétrica admisible: ..... 25 kA

7.7.3.2 POSICIONES DE LÍNEA

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres transformadores de intensidad:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 0,72 kV
  - ✓ Relación de transformación ..... 300 - 600/ 5-5 A
    Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 15 VA, cl. 0,5
  - ✓ Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 30 VA, cl. 5P20
- Un interruptor automático:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Poder de corte en cortocircuito ..... 25 kA
  - ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 63 kA
  - ✓ Ciclo de maniobra ..... O-0,3 s-CO-15 s-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas ..... Manual

7.7.3.3 POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

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

- ✓ Nivel de aislamiento ..... 0,72 kV
- ✓ Relación de transformación ..... 1.000 – 2.000/5-5-5A
- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 10 VA, cl. 0,2s
- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 30 VA, cl. 5P20
- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 3 ..... 30 VA, cl. 5P20

- Un interruptor automático:
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 2.000 A
  - ✓ Poder de corte en cortocircuito ..... 25 kA
  - ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 80 kA
  - ✓ Ciclo de maniobra ..... O-0,3 s-CO-3 min-CO
  - ✓ Un seccionador de barras con puesta a tierra
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 2.000 A
  - ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas ..... Manual
- Tres transformadores de tensión inductivos (en el embarrado):
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Tensión de nominal ..... 33 kV
  - ✓ Frecuencia ..... 50 Hz
  - ✓ Tensión eficaz de ensayo 1 minuto 50 Hz ..... 70 kV
  - ✓ Tensión de cresta de ensayo con onda 1,2/50 µs ..... 170 kV
- Relación de transformación:
  - ✓ 1er devanado ..... 33.000/√3 / 110/√3 V
  - ✓ 2º devanado ..... 33.000/√3 / 110/√3 V
  - ✓ 3º devanado ..... 33.000/√3 / 110/3 V
- Potencia y clase de precisión:
  - ✓ 1er devanado ..... 25 VA, cl. 0,2
  - ✓ 2º devanado ..... 25 VA, cl. 0,5-3P
  - ✓ 3º devanado ..... 25 VA, cl. 0,5-3P

7.7.3.4 POSICIÓN DE BATERÍA DE CONDENSADORES

- Tres detectores de presencia de tensión capacitivos
- Tres transformadores de intensidad
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 0,72 kV
  - ✓ Relación de transformación ..... 300 - 600/5-5 A

- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 1 ..... 15 VA, cl. 0,5
- ✓ Potencia y clase de precisión devanado 2 ..... 30 VA, cl. 5P20

- Un interruptor automático
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Poder de corte en cortocircuito ..... 25 kA
  - ✓ Capacidad de cierre en cortocircuito ..... 80 kA
  - ✓ Ciclo de maniobra ..... O-0,3 s-CO-3 min-CO
- Un seccionador de barras con puesta a tierra
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas ..... Manual

7.7.3.5 POSICIÓN DE TRAFO DE SERVICIOS AUXILIARES

- Un interruptor-seccionador de 3 Posiciones
  - ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
  - ✓ Intensidad nominal ..... 630 A
  - ✓ Intensidad de corta duración ..... 25 kA
  - ✓ Poder de cierre ..... 80 kA
  - ✓ Mando ..... Manual
- Tres fusibles
  - ✓ Intensidad nominal ..... 10 A

7.7.4 TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES

Se instalará un transformador de SSAA encapsulados dentro del edificio proyectado y sus características eléctricas principales serán:

- ✓ Potencia nominal ..... 160 kVA
- ✓ Nivel de aislamiento ..... 36 kV
- ✓ Relación de transformación ..... 30±2,5±5+7,5%/0,42 kV
- ✓ Grupo de conexión Dyn11

7.7.5 BATERÍA DE CONDENSADORES COMPACTAS DE 6 MVAR

Se proyecta instalar una batería de condensadores, para el conjunto de celdas de 30 kV, formada por una cabina compacta de envolvente metálica, preparada para trabajar protegida o en intemperie (IP 55), y en cuyo interior se sitúan los condensadores, en número de 12, hasta totalizar una potencia de 6 MVAr, el transformador de intensidad para la protección de desequilibrio y el dispositivo de puesta a tierra de seguridad del equipo.

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

La composición del conjunto consta de los siguientes elementos:

- Dieciocho (18) botes de condensadores (por cada batería)
  - ✓ Potencia nominal .....500 kVAr (6 MVAr)
  - ✓ Tensión nominal..... 18.200 V (18,2 kV)
  - ✓ Configuración..... .....Doble estrella
- Un transformador de intensidad toroidal para desequilibrio
  - ✓ Nivel de aislamiento .....36 kV
  - ✓ Relación de transformación..... 5 / 5 A
  - ✓ Secundario .....10VA cl. 5P10
- Un seccionador de p.a.t.
  - ✓ Nivel de aislamiento..... .....36 kV
  - ✓ Intensidad de corta duración.....16 kA
  - ✓ Mando de las cuchillas..... Manual
- Tres reactancias monofásicas
  - ✓ Tensión nominal..... .....36 kV
  - ✓ Intensidad de corta duración.....16 kA
  - ✓ Inductancia ..... 50 µH

7.8 SERVICIOS AUXILIARES

Para el suministro de energía en baja tensión a los distintos sistemas de maniobra y control se dispondrá de energía procedente de un transformador encapsulado de 160 kVA de relación 30.000/420 V, que serán instalados cada uno de ellos en la sala de celdas del edificio proyectado, desde donde se tomará la energía quedando cada TSA protegido mediante una celda de servicios auxiliares con ruptofusible.

7.8.1 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE ALTERNA

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

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

7.8.2 SISTEMA DE BAJA TENSIÓN, CORRIENTE CONTINUA

Con el fin de suministrar corriente continua a los dispositivos que lo precisan se instalarán dos equipos constituidos por baterías de NiCd de 125 Vcc y sus correspondientes equipos rectificadores, con alimentación de corriente alterna independiente para cada uno de ellos.

La alimentación de los equipos de protección y control de cada posición se repartirá entre dos circuitos independientes. Cada uno de estos circuitos estará conectado a uno de los sistemas de baterías.

Los equipos de comunicaciones serán alimentados a 48 Vcc. Para esto se emplearán convertidores Vcc/Vcc de 125 Vcc/48Vcc, instalados en los mismos armarios que los equipos de comunicación.

7.9 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

7.9.1 RED DE TIERRA INFERIORES

La instalación constará de una malla de retícula cuadrada, para la puesta a tierra, formada por conductores de cobre y picas, enterrados a una profundidad mínima de 0,8 metros, en zanjas rellenas de tierra vegetal para facilitar la disipación de la corriente.

La sección a emplear, atendiendo a la conservación de los conductores, a la máxima corriente de falta, así como a la distribución de potenciales, será de 120 mm^2 en cobre.

Las uniones de la malla de los conductores y de las derivaciones de las tomas de tierra se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas de alto punto de fusión tipo Cadweld.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 ºC en las uniones y que aseguren su continuidad.

Según especificación de la ITC-RAT 13, a esta malla se conectarán las tierras de protección (herrajes metálicos, armaduras, puertas, bastidores, etc.) con el fin de aumentar la seguridad del personal que transite por la subestación y las de servicio, como son los neutros de los transformadores de potencia, los neutros de los transformadores de tensión e intensidad, los de las reactancias o resistencias, y las puestas a tierra de las protecciones contra sobretensiones.

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

7.9.2 RED DE TIERRA AÉREA

Se instalarán 5 pararrayos tipo punta Franklin, con el fin de proteger la instalación frente a descargas atmosféricas. Dos de los pararrayos se situarán sobre el tejado del edificio de control que se construirá, otro anexo a los transformadores a instalar, y otros tres se colocarán sobre los pórticos de salidas de línea aérea.

7.10 CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

7.10.1 UNIDADES DE CONTROL

La Subestación contará con un Sistema Integrado de Control (SIC). El SIC estará diseñado para recoger en tiempo real toda la información de la subestación eléctrica, para su envío al sistema de telecontrol superior y almacenamiento local para la gestión a través del HMI, permitiendo la ejecución de órdenes remotas sobre los elementos de campo. Asimismo, permite el acceso a las protecciones para la visualización y configuración de las mismas.

Esta información se gestionará desde dos puntos: localmente (consola local de control y protección) y desde el Despacho de explotación.

El SIC estará formado básicamente por los siguientes elementos:

- ✓ Unidades de control y protección para cada posición (UCP)

- ✓ Unidad concentradora de todas las Posiciones (UCS)
- ✓ Consola local de control (tipo PC)
- ✓ Sistema de comunicaciones para interconexión de la UCS con las UCPs
- ✓ Armario para alojamiento físico de los componentes

La comunicación interna entre los distintos componentes del SIC será por medio de cables de fibra óptica con protección contra roedores, en los canales de cables del edificio.

La configuración de comunicaciones ha de ser en estrella, de manera que sin pasar por la UCS siempre se permita la conexión directa entre UCPs de distintas Posiciones para garantizar el funcionamiento correcto de posibles enclavamientos eléctricos entre ellas.

El protocolo de comunicación a emplear entre UCP y UCS debe responder a la configuración propuesta.

El protocolo de comunicaciones previsto para la conexión con telecontrol será del tipo normalizado IEC 60870-5-104.

7.10.2 ARMARIOS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

Se instalarán, en una sala del edificio, todos los cuadros de control necesarios para garantizar la supervisión, monitorización, control y protección, así como los equipos de telemando y comunicaciones de las zonas de cada una de las propiedades de la subestación.

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

Para que la compañía eléctrica disponga de telemedida se instalarán convertidores de tensión y potencia activa y reactiva.

En los cuadros de control se alojarán los aparatos de medida, relés de protección, pulsadores, conmutadores, señalizaciones y alarmas de la instalación.

Se tendrán diferentes tipos de protecciones según las diferentes Posiciones de las que consta la subestación:

<u>1- Posiciones de línea de 220 kV:</u>

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ Tensión, intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- Las protecciones y automatismos serán:
  - ✓ Distancia tripolar, con teleprotección 21
  - ✓ Direccional de neutro 67N
  - ✓ Diferencial de línea 87L
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 50
  - ✓ Fallo de interruptor ..... 50s+62
  - ✓ Automatismo reenganchador (*) 79
  - ✓ Vigilancia de circuitos de disparo 3
  - ✓ Máxima frecuencia 81M

- ✓ Mínima frecuencia 81m
- ✓ Mínima tensión 27
- ✓ Máxima tensión 59
- ✓ Protección contra faltas a tierra 64
- ✓ Sincronismo de fases 25

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

2- Posición de transformador 220/30 kV:

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ En 220 kV: Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- Regulador
  - ✓ En 220kV posición de toma (TAP)
- Las protecciones y automatismos en 220 kV serán:
  - ✓ Diferencial de transformador 87T
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 51/50
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea neutro 51N/50N
  - ✓ Fallo de interruptor ..... 50s+62
  - ✓ Vigilancia de circuitos de disparo 3
  - ✓ Bloqueo conexión de interruptor 86
  - ✓ Sincronismo de fases 25
- Las protecciones y automatismos en 30 kV serán:
  - ✓ Diferencial de transformador 87T
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 51/50
  - ✓ Regulador 90
  - ✓ Fallo de interruptor ..... 50s+62
  - ✓ Vigilancia de circuitos de disparo 3
  - ✓ Bloqueo conexión de interruptor 86
- Las protecciones comunes a ambos devanados serán:
  - ✓ Temperatura 26
  - ✓ Imagen Térmica 49
  - ✓ Buchholz 63B
  - ✓ Sobrepresión 63L
  - ✓ Nivel de aceite 63N
  - ✓ Nivel de aceite del regulador 63BJ

3- Posiciones de línea 30 kV

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- Las protecciones serán:
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 51/50
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro 51N/50N
  - ✓ Automatismo reenganchador 79
  - ✓ Vigilancia de circuitos de disparo 3

4- Posición de Batería de condensadores 30 kV

- Las medidas que se indicarán serán:
  - ✓ Intensidad, potencia activa y potencia reactiva.
- Las protecciones serán:
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea 51/50
  - ✓ Sobreintensidad temporizada inversa e instantánea de neutro 51N/50N
  - ✓ Sobreintensidad de desequilibrio de neutro 50Nd
  - ✓ Vigilancia de circuitos de disparo 3

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

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

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

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

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

7.11 EQUIPOS DE MEDIDA FISCAL

En cuanto los equipos contadores-registradores, cumpliendo con lo especificado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico y más concretamente en las instrucciones técnicas complementarias (punto 4.5), para puntos de medida de tipo 1 (potencia intercambiada anual igual o

superior a 5 GWh) se instalarán contadores de energía activa de clase 0,2s y reactiva de clase 0,2 para medida principal y redundante.

El equipamiento necesario que se ha previsto para el consumo de energía será el siguiente:

- ✓ Transformadores de tensión e intensidad.
- ✓ Contadores de energía activa que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 60,687 y UNE-EN 61,036 para su clase de precisión, simple tarifa, conexión a 4 hilos, clase de precisión $\leq$ 0,2S.
- ✓ El registro de energía activa será realizado en todos los sentidos en los que sea posible la circulación de la energía.
- ✓ Contadores de energía reactiva que, en el caso de los estáticos, deberán contar con el correspondiente certificado de conformidad a las normas UNE-EN 61268 para su clase de precisión, 4 hilos, clase de precisión $\leq$ 0,5. El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en la que sea posible la circulación de la energía.

El registro de energía reactiva será realizado en todos los cuadrantes en los que sea posible la circulación de la energía.

- ✓ Registrador-discriminador tarifario, destinado al almacenamiento de las medidas procedentes de los contadores y dar apoyo a la teletransmisión, podrá tener la función de maxímetro y de acumulación de curvas de carga.
- ✓ Podrá almacenar la información de uno o más equipos de medida.
- ✓ El periodo de integración deberá ser de 15 minutos, aunque deberá ser posible parametrizar valores inferiores.

En la subestación objeto del presente proyecto se realizarán las siguientes medidas fiscales no oficiales:

- Medida de las plantas fotovoltaicas (PFV "FV ENVATIOS XXII-FASE II ZONA BOROX SUR") en el lado 220 kV del transformador de potencia.
- Medida de las plantas fotovoltaicas (PFV "FV ENVATIOS XXII-FASE II ZONA BOROX SUR") en el lado 36 kV en el embarrado de MT.
- Medida en la posición de salida de línea de 220 kV hacia SE "Cobeja" 220/30 kV.
- Medida en la posición de salida de línea de 220 kV hacia SE "Colmenar Fuencarral" 220/30 kV.

No hay medida fiscal oficial en esta SET, la medida comprobante y principal de la planta ENVATIOS XXII-FASE II se realiza en la SET Colmenar Fuencarral 220/30 kV (objeto de otro proyecto).

7.12 SISTEMAS COMPLEMENTARIOS

La subestación contará con una serie de sistemas que complementan la operatividad de la misma garantizando la seguridad en condiciones de riesgo o simplemente manteniendo las condiciones ambientales suficientes.

- ✓ Alumbrado y Fuerza.
- ✓ Sistema contra-incendios.
- ✓ Sistema anti-intrusismo.

- ✓ Climatización dependencias del edificio.
- ✓ Instalaciones suministro agua.
- ✓ Instalaciones saneamiento.
- ✓ Materiales de protección, seguridad y señalización.

7.13 GRUPO ELECTRÓGENO

Se instalará un grupo electrógeno de 100 kVA para poder hacer frente a posibles interrupciones en el suministro eléctrico. El grupo electrógeno de emergencia y sus instalaciones complementarias se ubicarán en un recinto independiente, en el exterior del edificio.

7.14 CABLES

7.14.1 CABLES DE BAJA TENSIÓN

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.

El material de aislamiento será polietileno reticulado químicamente (XLPE), para un nivel de aislamiento de 0,6/1 kV.

Cuando se utilicen, por razones de seguridad, cables con protección mecánica, ésta se realizará preferentemente mediante corona de alambres de acero galvanizado.

La cubierta exterior del cable será de policloruro de vinilo (PVC) de color negro. Deberá llevar grabada, de forma indeleble, la identificación del conductor y nombre del fabricante.

7.14.2 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Se usarán cables dieléctricos antirroedores, multimodo de 48 fibras ópticas.

7.15 OBRA CIVIL

7.15.1 OBRA CIVIL INTEMPERIE

7.15.1.1 Descripción

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

- Explanación y nivelación del terreno.
- Ejecución y/o acondicionamiento de accesos.
- Excavación y hormigonado de anclajes de aparamenta.
- Realización de las zanjas para la red de tierras.
- Realización de las atarjeas exteriores para el paso de cableado de control y potencia con tapas de hormigón.

- Bancada para el transformador de potencia.
- Construcción de muros cortafuegos dispuestos entre transformadores de potencia.
- Realización del vallado perimetral con malla de simple torsión y alambre de espino.
- Extendido de capa de gravilla de remate.

7.15.1.2 Movimiento de tierras

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

Habría que diferenciar tres tipos de ocupaciones:

- *Superficie ocupada por la SET*: parque intemperie acotado por el vallado que perimetral el recinto de la SET con las dimensiones 75,45 x 66,45 m. Dentro de la misma se encuentra toda la aparamenta y edificios de la SET.
- *Plataforma que contiene la superficie ocupada*: acotada por lo vértices en el que se contiene la superficie ocupada en la SET 77,45 x 68,45 m
- *Superficie ocupada*: hace referencia a la superficie construida para la adecuación de terreno. Ej.: si la SET se encuentra en una ladera, a la hora de construir la explanada será necesario un talud y rebaje para la construcción de la plataforma. Por tanto, la superficie ocupada será aquella incluya toda la superficie en la que se han hecho trabajos de movimientos de tierra.

De acuerdo con el cálculo de volúmenes se tiene:

7.15.1.2.1 Cuadro de volúmenes superficie SET

- Volumen de Desmonte (1/1)..... 1.263,313 m^3
- Volumen de Terraplén (3/2)..... 1.996,923 m^3
- Volumen de Tierra Vegetal (0,20 m) ..... 1.020,213 m^3
- Cota de explanada.....609,000 m

7.15.1.2.2 Cuadro de volúmenes vial de acceso

- Volumen de Desmonte (1/1).....259,418 m^3
- Volumen de Terraplén (3/2).....1,465 m^3
- Volumen de Tierra Vegetal (0,20 m) .....52,603 m^3
- Volumen de firme (0,30m) .....48,886 m^3
- Longitud total ..... 22,118 m

7.15.1.2.3 Cuadro de superficies Construidas

- Superficie ocupada por la SET .....5.013,65 m^2
- Plataforma de la superficie ocupada.....5.301,45 m^2
- Edificio de control.....117,50 m^2

SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA..... 5.418,95 m²

7.15.1.2.4 Cuadro de superficies Ocupadas

- Superficie ocupada ..... 5.418,950 m²
- Vial de Acceso ..... 262,013 m²

SUPERFICIE TOTAL OCUPACIÓN ..... 5.680,963 m²

7.15.1.3 Sistema de tierras

Se realizarán las excavaciones necesarias para el enterramiento del mallado de cable de cobre que forma la red de tierras de la subestación siendo la profundidad de 0,8 m. Además, se enterrarán dos tierras perimetrales, uno exterior a la valla del recinto más otro interior, junto con otro en el exterior del edificio de control.

A esta malla se conectarán el cable de cobre y las pantallas de los cables de las líneas subterráneas, las tierras de protección y las tierras de servicio. Con esta configuración de electrodo se reducen casi completamente las tensiones de paso y contacto, anulándose el peligro de electrocución del personal de la instalación.

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

7.15.1.4 Saneamiento

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

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

7.15.1.5 Accesos y viales

Los viales en el interior de la subestación tendrán 4,0 m de ancho de calzada como mínimo.

El eje de acceso que da entrada a la subestación tendrá 5,0 m de ancho de calzada como mínimo y cumplirá con los siguientes requerimientos:

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

7.15.1.6 Transformador de potencia

Para la instalación del transformador de potencia se proyecta la construcción de su bancada correspondiente.

La bancada estará constituida por muros de cemento armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional formado por viguetas de hormigón pretensado.

Se utilizará hormigón armado HA-25/P/20 con resistencia característica f_{ck} = 250 kp/cm^2.

Se dispondrá de un depósito de aceite enterrado, común para el transformador de potencia con capacidad suficiente para contener 1,3 veces la cantidad de aceite del trafo mayor.

7.15.1.7 Estructuras metálicas

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

Para los bastidores encargados de soportar los conductores de alta tensión conectados al transformador de potencia, así como la aparamenta de medida y protección, se utilizarán cimentaciones del tipo "zapata aislada". Serán de hormigón en masa (excepto armaduras para retracción del hormigón) y traerán las placas de anclaje de las estructuras sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado).

Se preverán en las cimentaciones la canalización que permita facilitar el trazado de los cables de la red de tierras y de los conductores de control hasta la sala de armarios de control.

7.15.1.8 Canalizaciones eléctricas

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

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

El cruce de viales dentro de la Subestación se realizará con tubos hormigonados.

7.15.1.9 Cierre de la subestación

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

La altura del cierre será como mínimo de 2,20 m de acuerdo a lo especificado en el punto 3.1 de la ITC-RAT 15, del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos.

7.15.1.10 Elementos auxiliares de seguridad

En el edificio de la Subestación se ha dispuesto de equipos de detención y extinción de incendios.

Los equipos de detención constarán de una serie de elementos detectores, instalados en lugares apropiados, que ante la presencia de humos unos y calor otros actuarán como alarmas.

Los detectores irán adosados al techo de cada dependencia.

Los equipos de extinción de incendios constarán de extintores portátiles de espuma carbónica, nieve carbónica y polvo de granito de diversos.

Se colocarán los materiales de seguridad para las tensiones de 220 kV y 30 kV, tales como banquetas, detectores de tensión, pértigas, guantes aislantes, etc. así como los carteles indicaciones con las 5 reglas de oro, límite de zona de trabajo y requisitos previos.

7.15.2 OBRA CIVIL EDIFICIOS

Se construirá un edificio con las instalaciones necesarias, contando con las siguientes dimensiones exteriores de 11 metros de largo por 10,65 metros de ancho, contando con las siguientes salas:

- ✓ Sala de Celdas ..... 41,60 m^2
- ✓ Sala de Control..... 61,36 m^2

7.15.2.1 Movimiento de tierras

Previa limpieza y desbroce del solar y en presencia de la dirección facultativa de la obra, se efectuará el replanteo de acuerdo con el plano de planta, para proceder a la excavación de las zapatas y zanjas de cimentación, debiendo en cualquier caso llegar con los pozos de las zapatas hasta encontrar el terreno resistente de acuerdo con los datos del terreno.

En cualquier caso, se extremarán durante la excavación las medidas de seguridad, procediendo a realizar las entibaciones necesarias.

7.15.2.2 Cimentación

Se plantean cimentaciones con zapatas aisladas, atadas entre sí para el edificio, dadas las características y resistencias del terreno sobre el que se sustentará el mismo.

Los cimientos se llenarán de hormigón de la resistencia característica adecuada, 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 las armaduras de zapatas.

Los muros de cimentación, así mismo, se ajustarán a las especificaciones contenidas en los planos y demás documentos del presente proyecto.

7.15.2.3 Red enterrada de saneamiento

La red de saneamiento irá enterrada en zanja sobre lecho de arena siendo la tubería de PVC. La parte de la misma que deba quedar enterrada por la cimentación o la solera se ejecutará de la manera más esmerada.

Los pasos de muros se ejecutarán mediante la colocación de un contratubo de plástico flexible que permita una libre dilatación sin fractura del propio tubo, quedando sellado el espacio entre las dos tuberías.

7.15.2.4 Solera

La solera se ejecutará sobre un relleno de tierras compactadas al 95% del Proctor modificado, con hormigón de resistencia característica adecuada, con juntas de construcción distribuidas con una interdistancia máxima de 8,00 m.

La solera se ejecutará con una pendiente hacia los sumideros.

La terminación de las soleras que deban de quedar vistas sin revestimiento de solado posterior, se ejecutará mediante fratasado mecánico con acabado en cuarzo.

7.15.2.5 Estructura

Se plantea una estructura a base de 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.

7.15.2.6 Cubiertas

La cubierta del edificio será a dos aguas, con pendientes descendentes del 30% y realizadas de teja cerámica curva colocada sobre faldones construidos con placas cerámicas autoportantes tipo ITECE.

7.15.2.7 Albañilería

La fachada exterior se resolverá a base 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, contarán con falso techo registrable a base de placas de escayola.

7.15.2.8 Solados y alicatados

Todos los solados del edificio se ejecutarán de terrazo microgramo gris.

Los alicatados en los aseos se ejecutarán con azulejos de 20 x 10 en color blanco.

Los cuartos de celdas presentarán un suelo técnico, formado por piezas de panel tipo "permalí" desmontables, montadas sobre perfilería 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.

7.15.2.9 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.

7.15.2.10 Cerrajería

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

7.15.2.11 Instalaciones

Se ejecutarán según diseño y dimensionado de los planos correspondientes de instalaciones, teniendo en cuenta que la instalación de fontanería y la instalación de calefacción se realizará de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, que las instalaciones de electricidad con el reglamento electrotécnico para baja tensión y normas de la compañía suministradora.

El abastecimiento de agua se realizará a través de un depósito de agua potable ubicado en el exterior y provisto de un pequeño grupo de presión, la producción de agua caliente se realizará mediante un termo eléctrico.

Para el saneamiento se construirá en el exterior del edificio un depósito estanco que sirva para recoger y tratar la pequeña cantidad de aguas residuales que se produzcan.

7.15.2.12 Vidriería

La carpintería exterior ira dotada con vidrio "Climalit" tipo 4+6+4.

7.15.2.13 Pintura

La pintura será al plástico picado en paredes y al plástico liso en techos.

7.16 ESTRUCTURA METÁLICA

Los soportes para la aparamenta del parque intemperie estarán constituidos por perfiles metálicos normalizados y galvanizados. De la misma manera se construirán las estructuras de soporte de los embarrados de 30 kV. Estas estructuras estarán dimensionadas para soportar los esfuerzos ejercidos por los conductores, así como efectos atmosféricos adversos.

7.17NORMATIVA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

De acuerdo con el RD 2267/04, respecto a su configuración y ubicación, la Subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C el edificio de control, como establecimientos industriales que ocupan totalmente un edificio y se encuentran a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

Para una estación transformadora se considera una densidad de carga fuego media de 300 MJ/mm^2, con riesgo de activación medio (tabla 2.1 apéndice 1). Según estos datos el nivel de riesgo intrínseco de la instalación es bajo (tabla 1.3 apéndice 1), lo que justifica que sean suficientes las prescripciones del ITC-RAT 13 para prevención de incendios en la S.E.T.

En el Anexo Nº 2 se adjunta la documentación referente a la Normativa de Prevención de Incendios.

7.17.1 PARQUE INTEMPERIE

En aplicación de las prescripciones del apartado 6.1 de la ITC-RAT 15 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación a la exterior.

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

Los transformadores y reactancias cuentan con dispositivos de protección (Interruptores automáticos de corte en SF_6) que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar

peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

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

7.17.2 EDIFICIO DE MANDO Y CONTROL

Se aplicará las prescripciones del apartado 5.1 de la ITC-RAT 14 para prevención de incendios en el edificio de la subestación con lo que no será necesaria la instalación de un equipo fijo de extinción de incendios.

Para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, tal y como se indica en la ITC-RAT 14, se tendrá en cuenta:

- La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación.
- La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a terceros.
- La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación.
- La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura del edificio y de sus cubiertas.
- La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios.

Con carácter general se aplicará lo indicado por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico – Seguridad en caso de Incendio (CTE-DB-SI), en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación, y en particular, sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en este Reglamento y afecten a la edificación.

Tal y como indica la ITC-RAT 14 se colocará un extintor (como mínimo) de eficacia 89B en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, dos extintores de eficacia 89B, no siendo precisa en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

7.18 DESMANTELAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN

7.18.1 INTRODUCCIÓN

El desmantelamiento se realizará una vez cese la actividad de la Subestación por finalización de la vida útil de las plantas fotovoltaicas que evacuan en ella. Por las características propias de la instalación, ésta puede integrarse en la red de transporte o distribución, por lo que la vida útil de la misma puede estar indexada a las propias necesidades del transporte o distribución.

No obstante, a efectos de este proyecto se indexa la vida útil a periodo previsto para las plantas de generación, esto es, 40 años desde su puesta en servicio, sin perjuicio de reconversiones tecnológicas de los parques fotovoltaicos que alarguen su vida útil.

7.18.2 OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la Subestación "Borox Fuencarral", conforme a lo indicado a continuación. El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de seis meses.

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

7.18.3 MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

Se tomarán medidas correctoras enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones de la subestación.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

7.19 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN

Según el Real Decreto 105/2008, se deberá gestionar los residuos producidos en la construcción de la subestación, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad objeto del presente proyecto. En relación a los residuos generados en la fase de construcción, podemos diferenciar entre los residuos no peligrosos y los residuos peligrosos, según se definen en Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados.

Para la correcta gestión de los residuos en la instalación desde su producción hasta su recogida por parte de un gestor autorizado se habilitará una zona de almacenamiento de residuos.

Según lo establecido en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos autorizado para su valorización o eliminación. Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

En este sentido el destino final de los residuos generados en la instalación será siempre que sea posible la valorización.

En el Anexo Nº 3 se adjunta la información referente a la Normativa de Producción y Gestión de Residuos de Construcción.

7.20 LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

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

En este caso, los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad y que se encuentran a menor distancia del exterior de la subestación.

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

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

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

En el Anexo N.º 5 del presente proyecto modificado se incluye el desarrollo del cálculo del campo magnético producido en esta instalación. En los casos considerados estos valores están muy por debajo de los 100 µT establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.

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

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

8 . PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras a que se refiere el presente proyecto es de 10 meses.

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
INGENIERIA										
Licencias										
Contratación										
Dirección de obra										
OBRA CIVIL Y MONTAJE PARQUE INTEMPERIE										
Implantación en obra										
Realización cimentaciones										
Realización zanjas										
Realización Estructuras Metálicas										
Montaje Transformadores de Potencia y resto aparamenta										
Tendido cable MT										
Tendido cable Control y Comunicaciones										
EDIFICIOS DE CONTROL										
Cimentaciones										
Estructura y cubierta										
Albañilería y carpintería exterior										
Solados, revestimientos y carpintería interior										
Instalaciones interiores										
Resto trabajos										
ENSAYOS Y PUESTA EN MARCHA										
CONEXIÓN A LA RED Y FIN DE OBRA										

9 . CONCLUSIÓN

Con lo expuesto anteriormente en la presente memoria, cálculos justificativos, presupuesto, planos y demás documentos adjuntos, se consideran suficientemente descritos los elementos constitutivos y las actuaciones constructivas derivadas del presente proyecto modificado Subestación 220/30 kV "Borox Sur", solicitándose la Autorización Administrativa Previa y la Autorización Administrativa de Construcción.

Zaragoza, Agosto de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

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

ANEXO Nº1

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE ANEXO Nº1

1. TENSIONES NOMINALES Y NIVELES DE AISLAMIENTO 3

2. DISTANCIAS MÍNIMAS 3

3. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO 5

3.1 NIVEL DE 220 KV 5

3.2 NIVEL DE 30 KV 6

4. REGIMEN DE CORTOCIRCUITO 8

4.1 GENERALIDADES 8

4.2 CÁLCULO DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTES 10

4.3 SUBESTACIÓN "COBEJA" 220/30 kV 10

4.3.1 PFV ENVATIOS XXII - FASE II (ZONA COBEJA) 10

4.3.2 TRANSFORMADOR 220/30 kV 10

4.4 SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30 kV 11

4.4.1 PFV ENVATIOS XXII - FASE II (ZONA BOROX SUR) 11

4.4.2 TRANSFORMADOR 220/30 kV 11

4.5 SUBESTACIÓN "COLMENAR FUENCARRAL" 220/30 kV 11

4.5.1 PFV ENVATIOS XXII - FASE II (ZONA COLMENAR) 11

4.5.2 TRANSFORMADOR 220/30 kV 11

4.6 SUBESTACIÓN "ENVATIOS XXIV" 220/30 kV 12

4.6.1 PFV "ENVATIOS XXIV – FASE I" 12

4.6.2 PFV "ENVATIOS XXIV – FASE II" 12

4.6.3 PFV "ENVATIOS XXIV – FASE III" 12

4.6.4 TRANSFORMADOR TR1 220/30 kV 12

4.6.5 TRANSFORMADOR TR2 220/30 kV 13

4.6.6 TRANSFORMADOR TR3 220/30 kV 13

4.7 SUBESTACIÓN "FUENCARRAL 220 kV" REE (RED DE 220 kV) 13

4.8 LÍNEA SET COBEJA – SET BOROX SUR 14

4.8.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET COBEJA – SET BOROX SUR 14

4.8.2 LÍNEA AÉREA SET COBEJA – SET BOROX SUR 14

4.9 LÍNEA SET BOROX SUR – SET COLMENAR FUENCARRAL 15

4.9.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET BOROX SUR – SET COLMENAR FUENCARRAL 15

4.9.2 LÍNEA AÉREA SET BOROX SUR – SET COLMENAR FUENCARRAL 15

4.10 LÍNEA SET COLMENAR FUENCARRAL – SET ENVATIOS XXIV 15

4.10.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET COLMENAR FUENCARRAL – SET ENVATIOS XXIV 15

4.10.2 LÍNEA AÉREA SET COLMENAR FUENCARRAL – SET ENVATIOS XXIV 16

4.11 LÍNEA SET ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL REE 16

4.11.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL REE 16

4.11.2 LÍNEA AÉREA SET ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL REE 17

4.12 CIRCUITO EQUIVALENTE RESULTANTE 18

4.12.1 Cálculos Cortocircuito Equivalente 19

4.12.2 Cálculo Intensidad de Cortocircuito Punto 1 – 220 kV 23

4.12.3 Cálculo Intensidad de Cortocircuito Punto 2 – 30 kV 25

5. INTENSIDADES EN RÉGIMEN DE CARGA NOMINAL 27

5.1 SISTEMA 220 kV – SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV 27

5.2 SISTEMA 220 kV – BARRAS 220 kV 27

5.3 SISTEMA 220 kV – ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 kV" 27
5.4 SISTEMA 220 kV – POSICIÓN TRAFO TR1 27
5.5 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TRAFO TR1 28
5.6 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN BBCC1 28
5.7 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TSA1 28

6. CÁLCULOS DE CONDUCTORES 29
6.1 SISTEMA 220 kV – SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV" 29
6.1.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 29
6.1.2 CALENTAMIENTO 29
6.1.3 EFECTO CORONA 30
6.2 SISTEMA 220 kV – BARRAS 220 kV 31
6.2.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 31
6.2.2 CALENTAMIENTO 31
6.3 SISTEMA 220 kV – ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 kV" 32
6.3.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 32
6.3.2 CALENTAMIENTO 33
6.3.3 EFECTO CORONA 33
6.4 SISTEMA 220 kV – POSICIÓN TRAFO TR1 34
6.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 34
6.4.2 CALENTAMIENTO 35
6.4.3 EFECTO CORONA 36
6.5 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TRAFO TR1 37
6.5.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 37
6.5.2 CALENTAMIENTO 37
6.6 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN BBCC1 38
6.6.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 38
6.6.2 CALENTAMIENTO 39
6.7 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TSA1 39
6.7.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE 39
6.7.2 CALENTAMIENTO 40

7. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS 41

8. TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO 44

1. TENSIONES NOMINALES Y NIVELES DE AISLAMIENTO

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

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	**Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)**	**Tensión soportada de corta duración 50Hz, KV eficaces**
Nivel 220 kV 245	1.050	460

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

Tensión más elevada para el material (Um) kV eficaces	**Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kV cresta)**	**Tensión soportada de corta duración 50Hz, KV eficaces**
Nivel 30 kV 36	170	70

2. DISTANCIAS MÍNIMAS

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

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

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

En el parque de 220 kV, los elementos en tensión no protegidos que se encuentran sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima "H" sobre el suelo, medida en centímetros, igual a

H= 250 + d = 460 cm (d=210 cm, según ITC-RAT 12 Tabla 3), en el caso de pasillos de servicios, cuya anchura sea mayor de 1 m con elementos en tensión a un solo lado o a 1,2 metros con elementos en tensión a ambos lados, distancias todas ellas respetadas según se puede observar en los planos de la subestación adjuntos.

Según el Apartado 5.5 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión los conductores de las líneas que parten de la subestación (pórtico de salida) no deben rematar a una altura inferior a 7 metros, pudiéndose obtener dicha altura de:

$$H = 5{,}3 + D_{el}\ (nivel\ 245\ kV) = 5{,}3 + 1{,}7 = 7{,}00\ m$$

Para evitar los contactos accidentales desde el exterior del cierre del recinto de la instalación con los elementos en tensión, deberá existir entre éstos y el cierre una distancia de 360 cm para el caso de 245 kV y 182 cm para el nivel de 36 kV, obteniéndose dicha distancia mediante la siguiente expresión dada por el ITC-RAT 15 apartado 4.3.1, para cerramiento compuesto por un enrejado de cuadrícula no mayor de 50x50mm de cualquier altura K ≥ 220 cm,

G=d+150 (d = 210 cm) = 360 cm (220 kV)

G= d+150 (d = 32cm) = 182 cm (30 kV)

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

3. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

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

Los pararrayos elegidos son de ZnO por lo que las consideraciones técnicas para la elección de este tipo de pararrayos es la siguiente:

1º Determinar la máxima tensión de operación del sistema. Para ello se utilizará la curva MCOV (Maximun Continuous Operating Voltage) de los pararrayos.

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

3º Elegir el tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los dos puntos anteriores.

4º Verificar la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección del pararrayos.

3.1 NIVEL DE 220 KV

Tensión más elevada de la red: 245 kV

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

Conexión del neutro: Neutro rígido a tierra

1º U_{max} = 245 kV ; $U_{simple} = \frac{245}{\sqrt{3}} = 141{,}45\ kV$

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

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

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

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

$$U_2 = \frac{U_{max} \cdot 1{,}4}{K_t} = \frac{141{,}45 \cdot 1{,}4}{1{,}0327} = 191{,}76\ kV$$

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

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

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

3º Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U_1 y U_2), en este caso 192 kV.

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

La tensión residual de un pararrayos de Ur=192 kV es 452 kV.

$4^{o}\ \left(\frac{BIL}{Tensión\ residual}\right) \geq 1{,}4\ \rightarrow\ \frac{1.050}{452} = 2.3 \geq 1{,}4$

Por consiguiente, cumple la coordinación de seguridad exigida.

3.2 NIVEL DE 30 KV

Tensión más elevada de la red: 36 kV

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

1º Umax = 36 kV $U_{simple} = \frac{36}{\sqrt{3}} = 20{,}78$ kV

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

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

Lo cual indica que el pararrayos de 25,98 kV puede soportar continuadamente 20,78 kV sin descargar.

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

$$U_2 = \frac{U_{max} * 1{,}4}{K_t} = \frac{20{,}78 * 1{,}7}{1{,}0327} = 34{,}21 \text{ kV}$$

Es decir, eligiendo un pararrayos de 34,21 kV se podría soportar una sobretensión de un 80% durante 2 segundos.

3º Se elige el tipo de pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas (U1 y U2), en este caso 36 kV.

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

4º La tensión residual de un pararrayos de Ur=36 kV es 93,3 kV.

$$\left(\frac{\text{BIL}}{\text{Tensión residual}}\right) \geq 1{,}4 \rightarrow \frac{170}{93{,}3} = 1{,}82 \geq 1{,}4$$

Por consiguiente, cumple la coordinación de seguridad exigida.

4. REGIMEN DE CORTOCIRCUITO

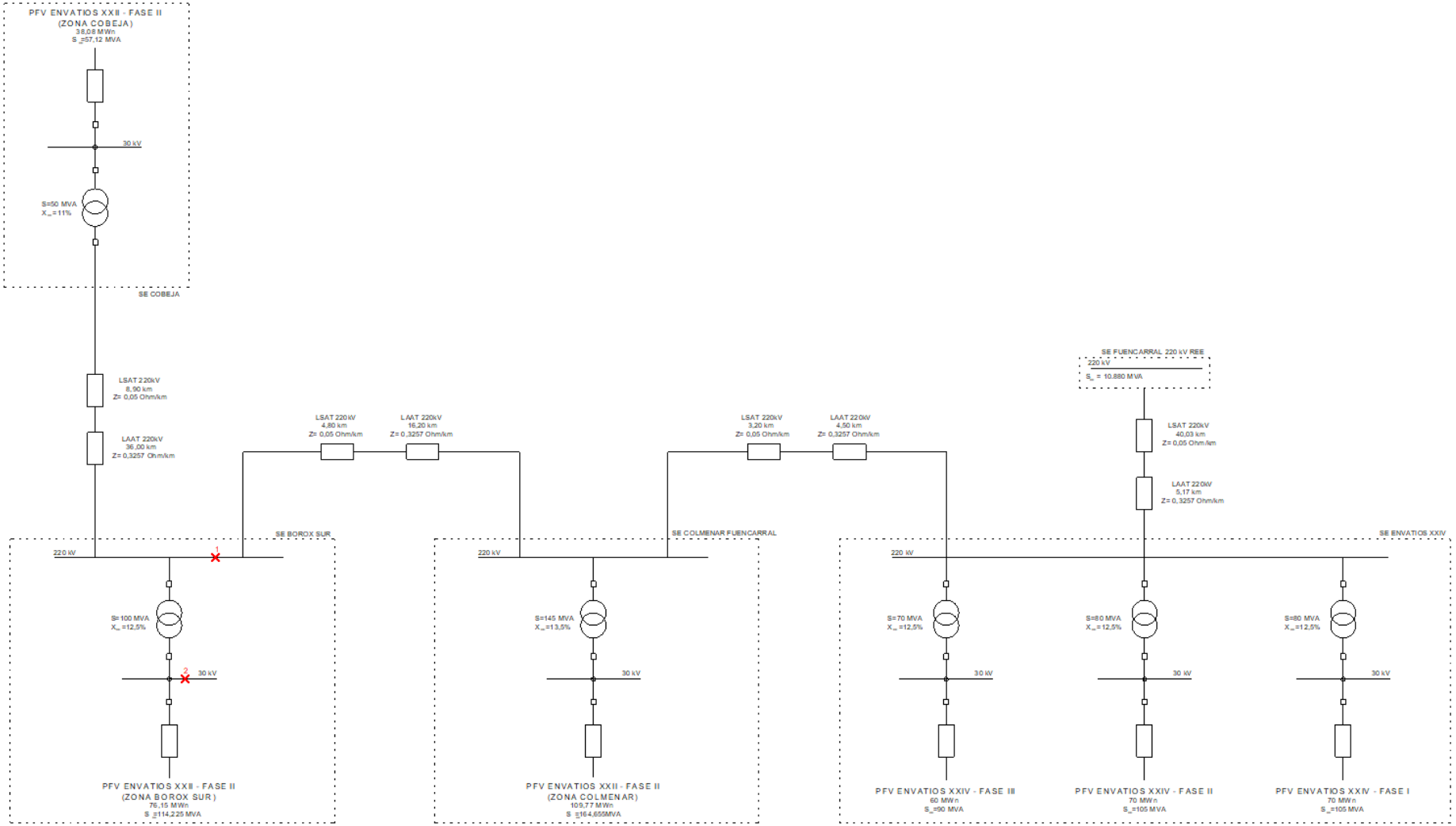
4.1 GENERALIDADES

En este apartado se realiza el cálculo de las intensidades máximas de cortocircuito que pueden aparecer en el nivel de 220 kV y 30 kV.

Los datos obtenidos servirán determinar los esfuerzos térmicos y dinámicos a los que se verán sometidos los embarrados, la aparamenta y los restantes elementos que componen la subestación.

Esta información es de especial relevancia para poder realizar la elección de los poderes de corte y de cierre de los interruptores, la intensidad de corta duración admisible por los seccionadores o los transformadores de intensidad, así como su clase de precisión.

A continuación, se muestra un esquema representativo del nudo en estudio con las características de cada infraestructura involucrada:


PFV ENVATIOS XXII - FASE II
(ZONA COBEJA)
38,08 MWn
S_n=57,12 MVA
30 kV
S=50 MVA
X_cc=11%
SE COBEJA
LSAT 220kV
8,90 km
Z= 0,05 Ohm/km
LAAT 220kV
36,00 km
Z= 0,3257 Ohm/km
LSAT 220 kV
4,80 km
Z= 0,05 Ohm/km
LAAT 220kV
16,20 km
Z= 0,3257 Ohm/km
LSAT 220kV
3,20 km
Z= 0,05 Ohm/km
LAAT 220kV
4,50 km
Z= 0,3257 Ohm/km
SE FUENCARRAL 220 kV REE
220 kV
S_cc = 10.880 MVA
LSAT 220kV
40,03 km
Z= 0,05 Ohm/km
LAAT 220kV
5,17 km
Z= 0,3257 Ohm/km
SE BOROX SUR
220 kV
1
S=100 MVA
X_cc=12,5%
2
30 kV
PFV ENVATIOS XXII - FASE II
(ZONA BOROX SUR)
76,15 MWn
S_n=114,225 MVA
SE COLMENAR FUENCARRAL
220 kV
S=145 MVA
X_cc=13,5%
30 kV
PFV ENVATIOS XXII - FASE II
(ZONA COLMENAR)
109,77 MWn
S_n=164,655MVA
SE ENVATIOS XXIV
220 kV
S=70 MVA
X_cc=12,5%
30 kV
PFV ENVATIOS XXIV - FASE III
60 MWn
S_n=90 MVA
S=80 MVA
X_cc=12,5%
30 kV
PFV ENVATIOS XXIV - FASE II
70 MWn
S_n=105 MVA
S=80 MVA
X_cc=12,5%
30 kV
PFV ENVATIOS XXIV - FASE I
70 MWn
S_n=105 MVA

4.2 CÁLCULO DE IMPEDANCIAS EQUIVALENTES

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

Tomaremos como valores base los valores nominales:

S_b= 100 MVA (Potencia nominal del transformador de potencia 220/30 kV de la Subestación "BOROX SUR")
U_b= 220kV,30 kV

NOTA 1: La tensión de referencia o base, será la correspondiente al punto dónde se produzca la falta. Para los transformadores, es indiferente que el valor por unidad se calcule en el lado de alta o en el de baja.

4.3 SUBESTACIÓN "COBEJA" 220/30 kV

4.3.1 PFV ENVATIOS XXII - FASE II (ZONA COBEJA)

$P_{E\text{-}URANO}$ = 38,08 MW
S_{cc} = 57,12 MVA
Con $U=U_b/U_n=1$

La reactancia equivalente será:

$$Z_{PFV}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{cc}(MVA)} = \frac{100}{57{,}12} = 1{,}7507\ p.u$$

4.3.2 TRANSFORMADOR 220/30 kV

Para esta potencia, la impedancia interna del devanado 1 del transformador puede asimilarse a la reactancia y se calcula a partir de la tensión de cortocircuito de este.

$S_{TR\text{-}1}$ = 50 MVA
U_{CC}= 11 %
r_T= 220/30 kV

La reactancia viene dada por la expresión:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{NTR}(MVA)} = \frac{11}{100} \cdot \frac{100}{100} = 0{,}22\ p.u.$$

4.4 SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30 kV

4.4.1 PFV ENVATIOS XXII - FASE II (ZONA BOROX SUR)

$P_{FV\text{-}ENVATIOS\ XX}$ = 76,1 MW
S_{cc} = 114,225 MVA
Con $U=U_b/U_n=1$

La reactancia equivalente será:

$$Z_{PFV}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{cc}(MVA)} = \frac{100}{114{,}225} = 0{,}8755\ p.u$$

4.4.2 TRANSFORMADOR 220/30 kV

Para esta potencia, las impedancias internas de los devanados 1 y 2 del transformador pueden asimilarse a las reactancias y se calculan a partir de la tensión de cortocircuito de este.

$S_{TR\text{-}1\text{-}1}$ = 100 MVA
$U_{CC\text{-}1\text{-}2}$= 12,5 %
r_T= 220/30 kV

Las reactancias vienen dadas por la expresión:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{NTR}(MVA)} = \frac{12{,}5}{100} \cdot \frac{100}{100} = 0{,}125\ p.u.$$

4.5 SUBESTACIÓN "COLMENAR FUENCARRAL" 220/30 kV

4.5.1 PFV ENVATIOS XXII - FASE II (ZONA COLMENAR)

P_{PFV} = 109,77 MW
S_{cc} = 164,655 MVA
Con $U=U_b/U_n=1$

La reactancia equivalente será:

$$Z_{PFV}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{cc}(MVA)} = \frac{100}{164{,}655} = 0{,}6073\ p.u$$

4.5.2 TRANSFORMADOR 220/30 kV

Para esta potencia, la impedancia interna del devanado 1 del transformador puede asimilarse a la reactancia y se calcula a partir de la tensión de cortocircuito de este.

S_{TR-1} = 145 MVA
U_{CC}= 13,5 %
r_T= 220/30 kV

La reactancia viene dada por la expresión:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{NTR}(MVA)} = \frac{13{,}5}{100} \cdot \frac{100}{145} = 0{,}0931\ p.u.$$

4.6 SUBESTACIÓN "ENVATIOS XXIV" 220/30 kV

4.6.1 PFV "ENVATIOS XXIV – FASE I"

P_{PFV} = 70 MW
S_{cc} = 105 MVA
Con $U=U_b/U_n=1$

La reactancia equivalente será:

$$Z_{PFV}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{cc}(MVA)} = \frac{100}{105} = 0{,}9524\ p.u$$

4.6.2 PFV "ENVATIOS XXIV – FASE II"

P_{PFV} = 70 MW
S_{cc} = 105 MVA
Con $U=U_b/U_n=1$

La reactancia equivalente será:

$$Z_{PFV}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{cc}(MVA)} = \frac{100}{105} = 0{,}9524\ p.u$$

4.6.3 PFV "ENVATIOS XXIV – FASE III"

P_{PFV} = 60 MW
S_{cc} = 90 MVA
Con $U=U_b/U_n=1$

La reactancia equivalente será:

$$Z_{PFV}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{cc}(MVA)} = \frac{100}{90} = 1{,}1111\ p.u$$

4.6.4 TRANSFORMADOR TR1 220/30 kV

Para esta potencia, la impedancia interna del devanado 1 del transformador puede asimilarse a la reactancia y se calcula a partir de la tensión de cortocircuito de este.

S_{TR} = 80 MVA
U_{CC}= 12,5 %
r_T= 220/30 kV

La reactancia viene dada por la expresión:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{NTR}(MVA)} = \frac{12{,}5}{100} \cdot \frac{100}{80} = 0{,}1563\ p.u.$$

4.6.5 TRANSFORMADOR TR2 220/30 kV

Para esta potencia, la impedancia interna del devanado 1 del transformador puede asimilarse a la reactancia y se calcula a partir de la tensión de cortocircuito de este.

S_{TR} = 80 MVA
U_{CC}= 12,5 %
r_T= 220/30 kV

La reactancia viene dada por la expresión:

$$X_{TR} = \frac{U_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{NTR}(MVA)} = \frac{12{,}5}{100} \cdot \frac{100}{80} = 0{,}1563\ p.u.$$

4.6.6 TRANSFORMADOR TR3 220/30 kV

Para esta potencia, la impedancia interna del devanado 1 del transformador puede asimilarse a la reactancia y se calcula a partir de la tensión de cortocircuito de este.

S_{TR} = 70 MVA
U_{CC}= 12,5 %
r_T= 220/30 kV

La reactancia viene dada por la expresión:

$$Z_{TR} = \frac{U_{CC}(\%)}{100} \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{NTR}(MVA)} = \frac{12{,}5}{100} \cdot \frac{100}{70} = 0{,}1786\ p.u.$$

4.7 SUBESTACIÓN "FUENCARRAL 220 kV" REE (RED DE 220 kV)

$S_{CC_220_REE}$ = 10880 MVA

Con $U=U_b/U_n=1$ y r= 0,1

La reactancia equivalente será:

$$Z_{REE}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_{220_{REE}}(MVA)} = \frac{100 \cdot r}{10880} = 0{,}0092\ p.u$$

4.8 LÍNEA SET COBEJA – SET BOROX SUR

4.8.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET COBEJA – SET BOROX SUR

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 8,9 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 1{,}6403 \times 10^{-5}\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}05\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}05\ \Omega/\text{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}05 \cdot 8{,}9 = 0{,}445\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 0{,}445}{220^2} = 0{,}00091942\ p.u.$$

4.8.2 LÍNEA AÉREA SET COBEJA – SET BOROX SUR

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 36 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0{,}0752\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}3169\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}3257\ \Omega/\text{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}3257 \cdot 36 = 11{,}7252\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 11{,}7252}{220^2} = 0{,}024225\ p.u.$$

4.9 LÍNEA SET BOROX SUR – SET COLMENAR FUENCARRAL

4.9.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET BOROX SUR – SET COLMENAR FUENCARRAL

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 4,8 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 1{,}6403 \times 10^{-5}\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}05\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}05\ \Omega/\mathrm{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}05 \cdot 4{,}8 = 0{,}24\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 0{,}24}{220^2} = 0{,}0004958\ p.u.$$

4.9.2 LÍNEA AÉREA SET BOROX SUR – SET COLMENAR FUENCARRAL

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 16,2 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0{,}0752\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}3169\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}3257\ \Omega/\mathrm{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}3257 \cdot 16{,}2 = 5{,}2763\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 5{,}2763}{220^2} = 0{,}01090\ p.u.$$

4.10 LÍNEA SET COLMENAR FUENCARRAL – SET ENVATIOS XXIV

4.10.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET COLMENAR FUENCARRAL – SET ENVATIOS XXIV

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 3,2 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 1{,}6403 \times 10^{-5}\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}05\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}05\ \Omega/\mathrm{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}05 \cdot 3{,}2 = 0{,}16\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 0{,}16}{220^2} = 0{,}000330579\ p.u.$$

4.10.2 LÍNEA AÉREA SET COLMENAR FUENCARRAL – SET ENVATIOS XXIV

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 4,5 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0{,}0752\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}3169\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}3257\ \Omega/\mathrm{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}3257 \cdot 4{,}5 = 1{,}4656\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 1{,}4656}{220^2} = 0{,}0030282\ p.u.$$

4.11 LÍNEA SET ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL REE

4.11.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA SET ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL REE

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 40,03 km.
Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 1{,}6403 \times 10^{-5}\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}05\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}05\ \Omega/\mathrm{km}$$

Impedancia total:

$$X = 0{,}05 \cdot 40{,}03 = 2{,}0015\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{100 \cdot 2{,}0015}{220^2} = 0{,}0041\ p.u.$$

4.11.2 LÍNEA AÉREA SET ENVATIOS XXIV – SE FUENCARRAL REE

La línea 220 kV que evacua la energía entre estas dos subestaciones tendrá una longitud del tramo aéreo de 5,17 km.

Impedancia del tramo aéreo por kilómetro:

$$R = 0{,}0752\ \Omega/km$$

$$X = 0{,}3169\ \Omega/km$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0{,}3257\ \Omega/\mathrm{km}$$

Impedancia total:

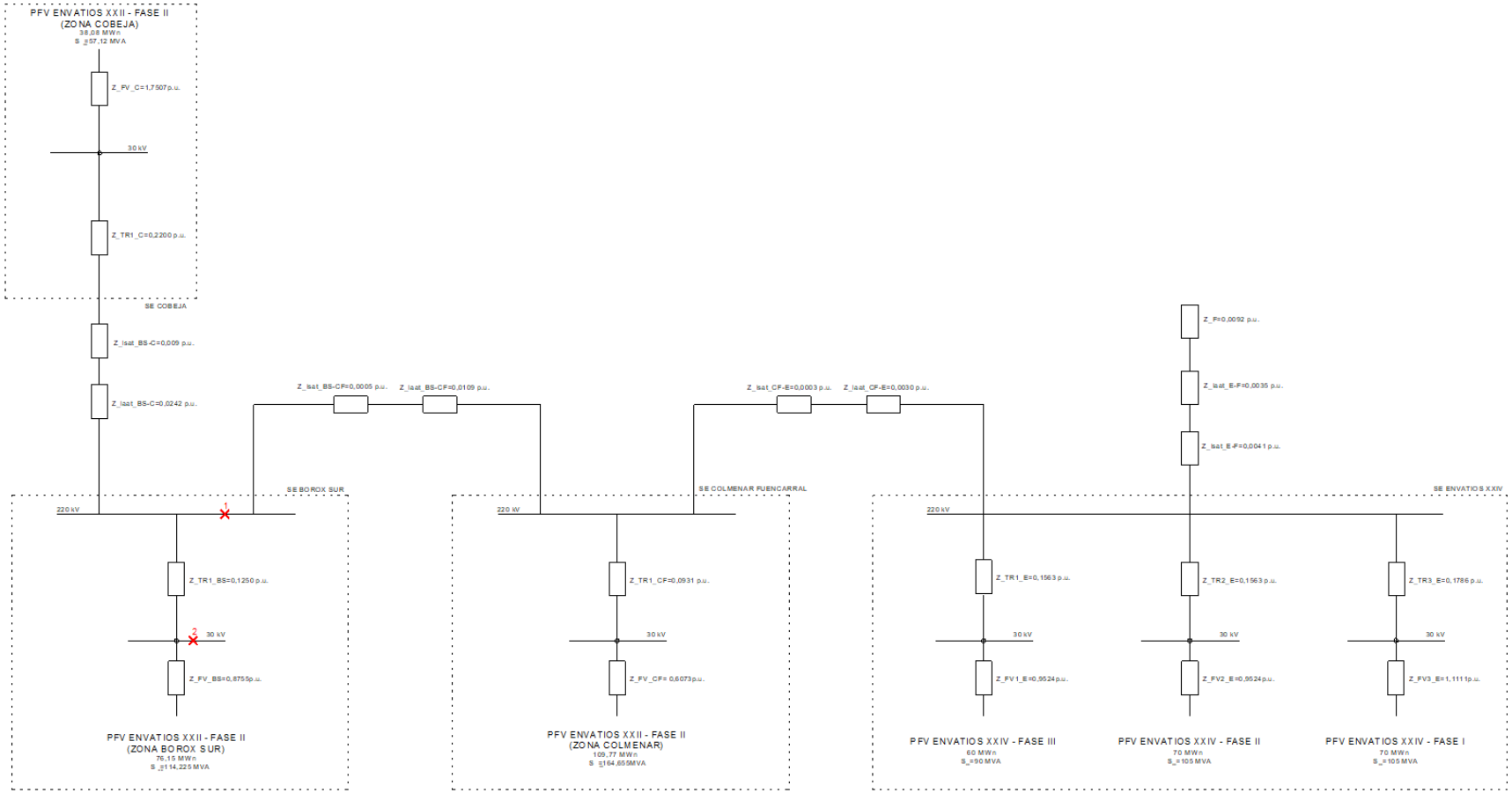
$$X = 0{,}3257 \cdot 5{,}17 = 1{,}6838\ \Omega$$

Reactancia equivalente:

$$Z_{LSAT}(p.u.) = U^2(p.u.) \cdot \frac{S_b(MVA)}{S_L(MVA)} = \frac{10 \cdot 1{,}6838}{220^2} = 0{,}0035\ p.u.$$

4.12 CIRCUITO EQUIVALENTE RESULTANTE

Reflejando los anteriores resultados en un circuito equivalente se obtiene:



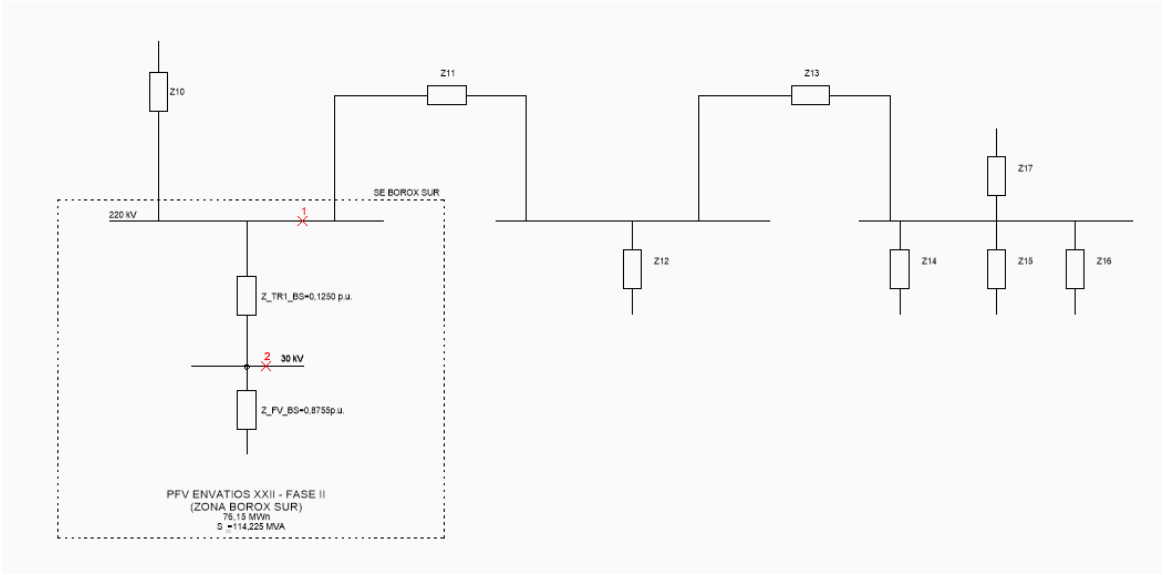
4.12.1 Cálculos Cortocircuito Equivalente

La reactancia equivalente en el punto 1 y 2 se obtiene haciendo el cortocircuito equivalente de las impedancias consideradas.

Un esquema simplificado de las impedancias de cortocircuito es el siguiente. En él se muestran los valores de las impedancias en por unidad una vez asociadas.

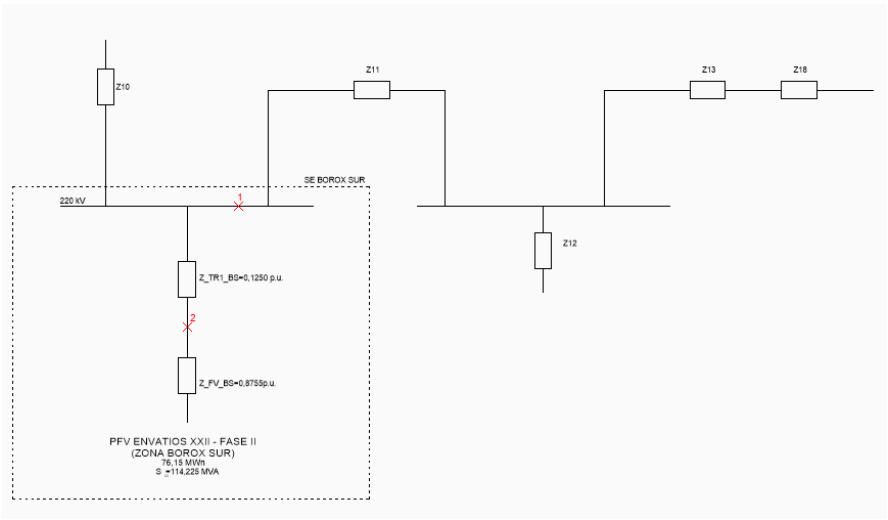
Primer circuito equivalente:

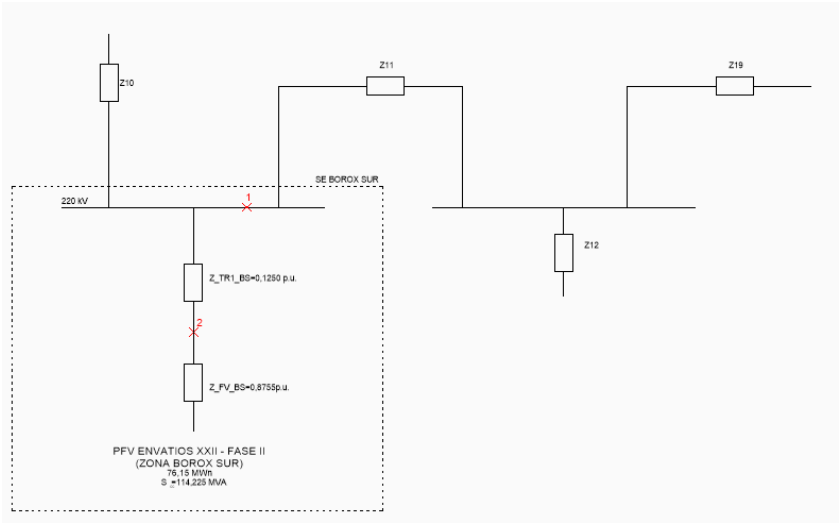
Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z10	Z_FV_C + Z_TR1_C + Z_lsat_BS-C+ Z_laat_BS-C	1,9958 p.u.
Z11	Z_lsat_BS-CF+ Z_laat_BS-CF	0,0114 p.u.
Z12	Z_FV_CF + Z_TR1_CF	0,7004 p.u.
Z13	Z_lsat_CF-E+ Z_laat_CF-E	0,0034 p.u.
Z14	Z_FV3_E +Z_TR3_E	1,2897 p.u.
Z15	Z_FV2_E +Z_TR2_E	1,1086 p.u.
Z16	Z_FV1_E +Z_TR1_E	1,1086 p.u.
Z17	Z_lsat_E-F + Z_laat_E-F + Z_F	0,0168 p.u.



Segundo circuito equivalente:

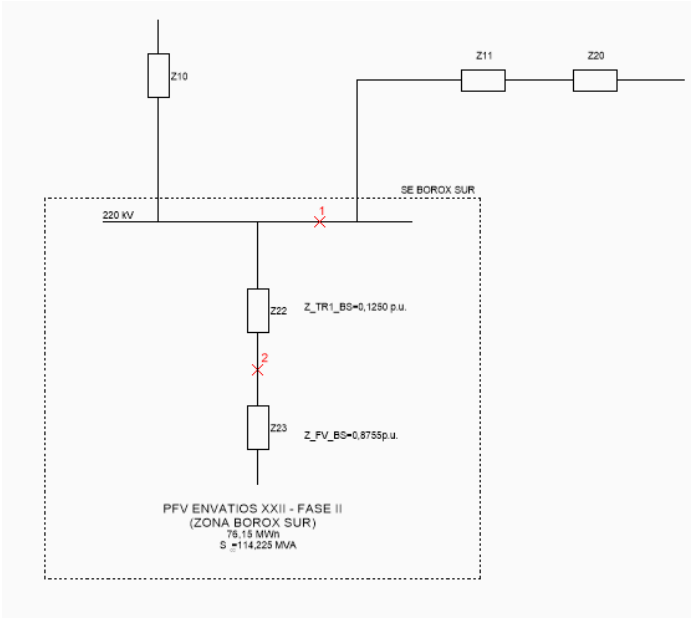
Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z18	Paralelo (Z14 , Z15 , Z16 , Z17)	0,0161 p.u.
Z19	Z18+Z13	0,0195 p.u.





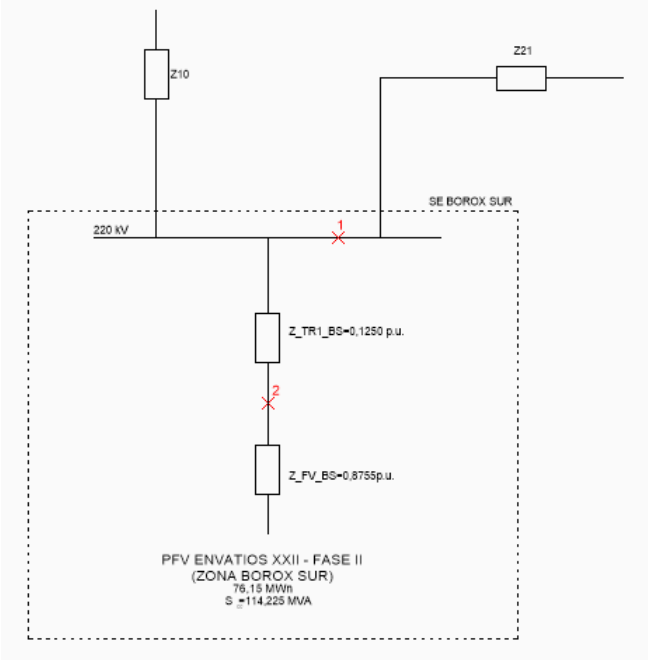
Tercer circuito equivalente:

Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z20	Paralelo (Z19, Z12)	0,0189 p.u.



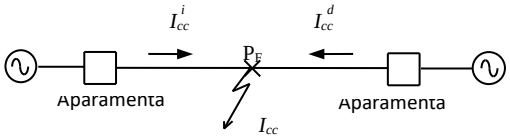
Circuito final equivalente para cálculo en punto 1 y 2:

Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z21	Z11+ Z20	0,0303 p.u.

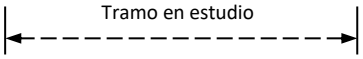


Tomando como referencia el esquema anterior se va a realizar el cálculo de la I_{CC} que soportaría en caso de falta en el punto 1 y 2 en estudio.

En caso de falta, las fuentes de tensión situadas a ambos lados del punto de falta (PF) contribuyen a la formación de la I_{CC}.



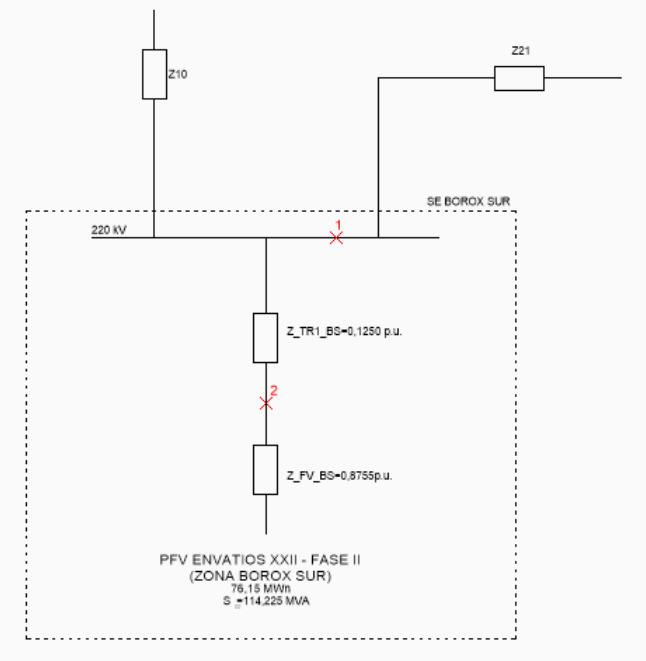
$$I_{cc} = I_{cc}^{i} + I_{cc}^{d}$$



Para dimensionar los conductores y aparamenta del tramo en estudio, se debe seleccionar la mayor de I_{cc}^{i} y I_{cc}^{d}, que es la correspondiente al lado con menor impedancia, por ser el lado que aportará más intensidad en caso de falta.

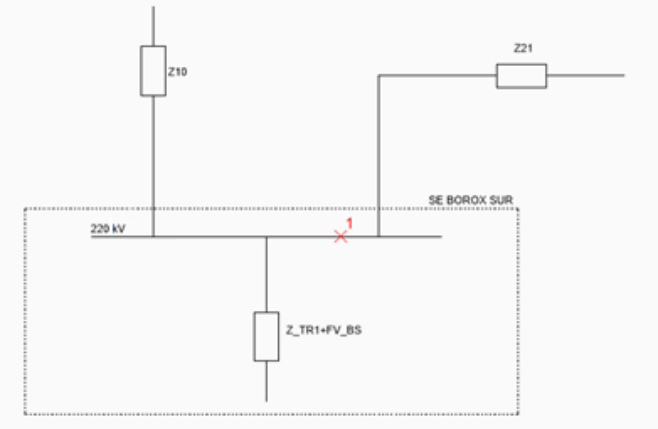
Sin embargo, tomaremos como intensidad de falta el aporte de las fuentes existentes en caso de falta (hipótesis conservadora como si la falta se produjera en la salida de 220kV).

4.12.2 Cálculo Intensidad de Cortocircuito Punto 1 – 220 kV



La impedancia equivalente para el punto1 será:

Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z_TR1+FV_BS	Z_TR1_BD + Z_FV_BS	1,0005 p.u.



Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z_punto 1	**Paralelo (Z_TR1+FV_BS, Z_10, Z_21)**	**0,0290 p.u.**

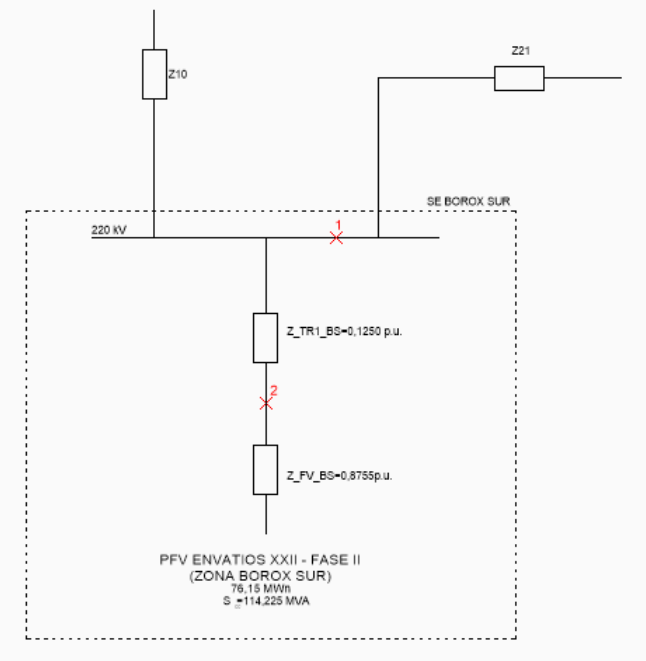
Con lo cual se puede calcular la corriente de cortocircuito instantánea en la salida de 220 kV:

$$S_A(MVA) = \frac{S_B(MVA)}{Z_A(p.u.)} = \frac{100}{0{,}0290} = 3446{,}3438\ MVA$$

$$I_A(kA) = \frac{S_A(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{3446{,}3438}{\sqrt{3} \cdot 220} = 9{,}0550\ kA$$

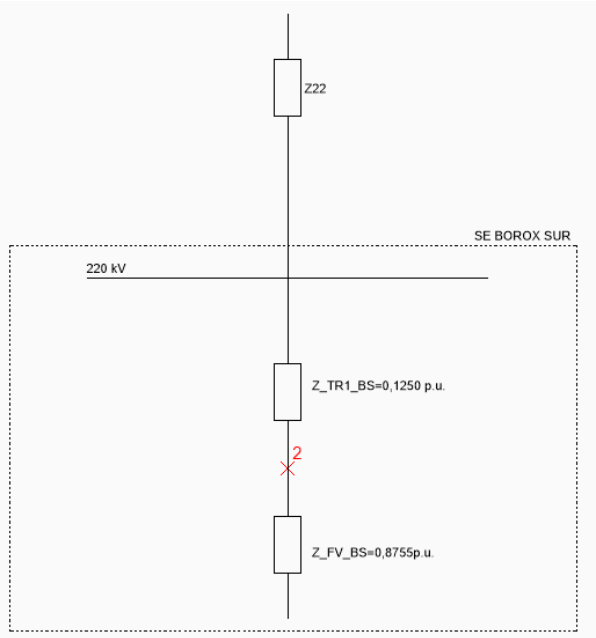
La aparamenta de 220 kV tienen una resistencia a corrientes de corta duración de 40 kA, por lo que el sistema se considera correctamente dimensionado.

4.12.3 Cálculo Intensidad de Cortocircuito Punto 2 – 30 kV

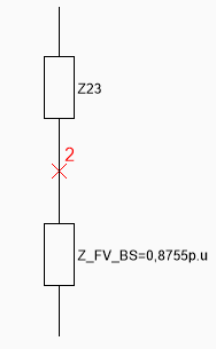


La impedancia equivalente para el punto 2 será:

Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z22	Paralelo (Z_10, Z_21)	0,0299 p.u.



Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z23	Z_TR1 _BS + Z22	0,1549 p.u.



Numeración de Reactancias	Reactancias consideradas	Reactancia total
Z_punto 2	Paralelo (Z_23, Z_FV_BS)	0,1316 p.u.

Con lo cual se puede calcular la corriente de cortocircuito instantánea en la salida de 220 kV:

$$S_B(MVA) = \frac{S_B(MVA)}{Z_B(p.u.)} = \frac{100}{0{,}1316} = 759{,}8739\ MVA$$

$$I_B(kA) = \frac{S_B(MVA)}{\sqrt{3} \cdot U(kV)} = \frac{759{,}8739}{\sqrt{3} \cdot 30} = 14{,}6411\ kA$$

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

5. INTENSIDADES EN RÉGIMEN DE CARGA NOMINAL

5.1 SISTEMA 220 kV – SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV

La intensidad en la posición de salida a SE "Colmenar Fuencarral 220/30 kV" viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{114.230}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 315{,}664\ A$$

Donde:

P = Potencia aparente evacuada.
V_p = Tensión primaria en kV.
I_p = Intensidad primaria en A.

5.2 SISTEMA 220 kV – BARRAS 220 kV

La intensidad en la posición de barras de 220 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{114230}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 315{,}664\ A$$

Donde:

P = Potencia aparente evacuada.
V_p = Tensión primaria en kV.
I_p = Intensidad primaria en A.

5.3 SISTEMA 220 kV – ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 kV"

La intensidad en la posición de entrada de SE "Cobeja 220/30 kV" viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{38080}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 105{,}193\ A$$

Donde:

P = Potencia activa evacuada
Cos φ = factor de potencia.
V_p = Tensión primaria en kV.
I_p = Intensidad primaria en A.

5.4 SISTEMA 220 kV – POSICIÓN TRAFO TR1

La intensidad en la posición de trafo TR1 en el lado de 220 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 262{,}4319\ A$$

Donde:

S = Potencia aparente transformador de potencia TR1 en kVA.
V_p = Tensión primaria en kV.
I_p = Intensidad primaria en A.

5.5 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TRAFO TR1

La intensidad en la posición de trafo TR1 en el lado de 30 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 1.924{,}5\ A$$

Donde:

S = Potencia aparente transformador de potencia TR1 en kVA.
V_s = Tensión secundaria en kV.
I_s = Intensidad secundaria en A.

5.6 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN BBCC1

La intensidad en la posición baterías de condensadores en el lado de 30 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{6.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 115{,}47A$$

Donde:

S = Potencia aparente de la batería de condensadores en kVA.
V_s = Tensión secundaria en kV.
I_s = Intensidad secundaria en A.

5.7 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TSA1

La intensidad en la posición de transformadores de servicios auxiliares en el lado de 30 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 30} = 3{,}08\ A$$

Donde:

S = Potencia aparente del transformador de servicios auxiliares en kVA.
V_s = Tensión secundaria en kV.
I_s = Intensidad secundaria en A.

6. CÁLCULOS DE CONDUCTORES

6.1 SISTEMA 220 kV – SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV"

6.1.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{114230}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 315{,}664\ A$$

La conexión de las bornas de 220 kV del transformador de potencia con el resto de la aparamenta del mismo nivel de tensión se realiza mediante cable desnudo de aluminio tipo LARL-455, de 454,40 mm^2 de sección y diámetro exterior 27,7 mm.

Para determinar la intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente que puede transportar el conductor es de:

$$I_{max} = n \times D \times S \times k$$

Donde:

D = es la densidad de corriente admisible según la sección del cable en A/mm2.
S = sección del cable en mm2.
K = es un coeficiente que depende de la composición del cable (k=0,95 para composición 54+7 según ITC-LAT-07).
n = número de conductores.

En nuestro caso tenemos que:

D k= 1,75 A/mm2
S = 454,40 mm2
n = 2

Por lo tanto, la corriente máxima admisible de este conductor es: Imax = 1.590,4 A

6.1.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.

S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 454{,}40}{\sqrt{0{,}5}} = 59{,}76\ kA$$

$$I_{cc} = 59{,}76\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (220\ kV) = 40\ kA$$

6.1.3 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. Este fenómeno puede ocasionar deterioro de los aislantes y perturbaciones radioeléctricas.

Comprobamos si en algún punto de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva, aplicando la siguiente fórmula:

$$U_c = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot m_T \cdot \delta \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{DMG}{r_{eq}}$$

Donde:

Uc= tensión crítica disruptiva fase – neutro, en kV
29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25º C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio
mc = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables)
mT = coeficiente meteorológico (considerando tiempo seco, mT = 1)
n = número de conductores (2 – dúplex).
r = radio del conductor en cm.
req = radio equivalente del conductor, en cm.
DMG = distancia media geométrica entre fases, en cm
δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar

El valor de δ se calcula como:

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

Donde:

h = presión barométrica en cm de columna de mercurio
θ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere

El valor de "h" es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de h de 70,91 cm (580 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15 º C.

El efecto corona depende en gran medida del diámetro del conductor. En nuestro caso consideramos el caso más desfavorable, que es el de los tramos en los que se utiliza cable desnudo de aluminio acero, tipo LARL-454, de 454,40 mm^2 de sección de aluminio y diámetro exterior 27,72 mm para el conexionado de la aparamenta. El conductor LARL-454 tiene, por lo tanto, un radio de 1,385 cm. Al utilizarse disposición dúplex, se debe calcular el radio equivalente del conductor:

$$r_{eq}[cm] = \sqrt{r \times 2 \times R} = \sqrt{r \times \Delta} = \sqrt{1{,}385 \times 20} = 5{,}26\ cm$$

Siendo Δ la distancia entre los dos conductores de la misma fase.
Los conductores se disponen en un plano horizontal, a una distancia entre fases de 4 metros. La distancia media geométrica es:

$$DMG\ [cm] = \sqrt[3]{d_{RS} \times d_{ST} \times d_{RT}} = \sqrt[3]{400 \times 400 \times 800} = 503{,}97\ cm$$

De esta forma podemos calcular ya la tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 377{,}65\ kV$$
$$U_c = 377{,}65\ kV > 220\ kV$$

6.2 SISTEMA 220 kV – BARRAS 220 kV

6.2.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{114.230}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 315{,}664\ A$$

El embarrado de 220 kV estará constituido por tubo de aluminio de diámetro exterior/interior 120/104 mm (2.814,87 mm^2 de sección) que, al aire y sin pintar, admite una intensidad de 3.340 A en servicio continuo, para una temperatura de 80 ºC.

6.2.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 2.815}{\sqrt{0{,}5}} = 370{,}23\ kA$$

$$I_{cc} = 370{,}23\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (220\ kV) = 40\ kA$$

6.3 SISTEMA 220 kV – ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 kV"

6.3.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{170.500}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 470{,}99627\ A$$

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p \cdot cos\varphi} = \frac{38080}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0{,}95} = 105{,}193\ A$$

La conexión de las bornas de 220 kV del transformador de potencia con el resto de la aparamenta del mismo nivel de tensión se realiza mediante cable desnudo de aluminio tipo LARL-455, de 454,40 mm^2 de sección y diámetro exterior 27,7 mm.

Para determinar la intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente que puede transportar el conductor es de:

$$I_{max} = n \times D \times S \times k$$

Donde:

D = es la densidad de corriente admisible según la sección del cable en A/mm2.
S = sección del cable en mm2.
K = es un coeficiente que depende de la composición del cable (k=0,95 para composición 54+7 según ITC-LAT-07).
n = número de conductores.

En nuestro caso tenemos que:

D k= 1,75 A/mm2
S = 454,40 mm2
n = 2

Por lo tanto, la corriente máxima admisible de este conductor es: Imax = 1590,4 A

6.3.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 454{,}40}{\sqrt{0{,}5}} = 59{,}76\ kA$$

$$I_{cc} = 59{,}76\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (220\ kV) = 40\ kA$$

6.3.3 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. Este fenómeno puede ocasionar deterioro de los aislantes y perturbaciones radioeléctricas.

Comprobamos si en algún punto de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva, aplicando la siguiente fórmula:

$$U_c = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot m_T \cdot \delta \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{DMG}{r_{eq}}$$

Donde:

Uc= tensión crítica disruptiva fase – neutro, en kV
29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25º C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio
mc = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables)
mT = coeficiente meteorológico (considerando tiempo seco, mT = 1)
n = número de conductores (1 – simplex).
r = radio del conductor en cm.

req = radio equivalente del conductor, en cm.
DMG = distancia media geométrica entre fases, en cm
δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar

El valor de δ se calcula como:

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

Donde:

h = presión barométrica en cm de columna de mercurio
θ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere
El valor de "h" es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de h de 70,91 cm (580 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15 º C.

El efecto corona depende en gran medida del diámetro del conductor. En nuestro caso consideramos el caso más desfavorable, que es el de los tramos en los que se utiliza cable desnudo de aluminio acero, tipo LARL-454, de 454,50 mm^2 de sección de aluminio y diámetro exterior 27,72 mm para el conexionado de la aparamenta. El conductor LA-454 tiene, por lo tanto, un radio de 1,386 cm.

Siendo Δ la distancia entre los dos conductores de la misma fase.
Los conductores se disponen en un plano horizontal, a una distancia entre fases de 4 metros.

La distancia media geométrica es:

$$DMG\ [cm] = \sqrt[3]{d_{RS} \times d_{ST} \times d_{RT}} = \sqrt[3]{400 \times 400 \times 800} = 503{,}97\ cm$$

De esta forma podemos calcular ya la tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 244{,}02\ kV$$
$$U_c = 244{,}02\ kV > 220\ kV$$

6.4 SISTEMA 220 kV – POSICIÓN TRAFO TR1

6.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 262{,}4319\ A$$

La conexión de las bornas de 220 kV del transformador de potencia con el resto de la aparamenta del mismo nivel de tensión se realiza mediante cable desnudo de aluminio tipo LARL-455, de 454,40 mm^2 de sección y diámetro exterior 27,72 mm.

Para determinar la intensidad máxima admisible según el reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión vigente que puede transportar el conductor es de:

$$I_{max} = n \times D \times S \times k$$

Donde:

D = es la densidad de corriente admisible según la sección del cable en A/mm2.
S = sección del cable en mm2.
K = es un coeficiente que depende de la composición del cable (k=0,95 para composición 54+7 según ITC-LAT-07).
n = número de conductores.

En nuestro caso tenemos que:

D k= 1,75 A/mm2
S = 454,40 mm2
n = 2

Por lo tanto, la corriente máxima admisible de este conductor es: Imax = 1590,5 A

6.4.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 454{,}40}{\sqrt{0{,}5}} = 59{,}76\ kA$$

$$I_{cc} = 59{,}76\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (220\ kV) = 40\ kA$$

6.4.3 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. Este fenómeno puede ocasionar deterioro de los aislantes y perturbaciones radioeléctricas.

Comprobamos si en algún punto de la subestación se llega a alcanzar la tensión crítica disruptiva, aplicando la siguiente fórmula:

$$U_c = \frac{29{,}8}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{3} \cdot m_c \cdot m_T \cdot \delta \cdot r \cdot n \cdot \ln \frac{DMG}{r_{eq}}$$

Donde:

Uc= tensión crítica disruptiva fase – neutro, en kV
29,8 = valor máximo o de cresta, en kV/cm, de la rigidez dieléctrica del aire a 25º C de temperatura, y a la presión barométrica de 76 cm de columna de mercurio
mc = coeficiente de rugosidad del conductor (consideramos 0,85 para cables)
mT = coeficiente meteorológico (considerando tiempo seco, mT = 1)
n = número de conductores (1 – simplex).
r = radio del conductor en cm.
req = radio equivalente del conductor, en cm.
DMG = distancia media geométrica entre fases, en cm
δ = factor de corrección de la densidad del aire, función de la altura sobre el nivel del mar

El valor de δ se calcula como:

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

Donde:

h = presión barométrica en cm de columna de mercurio
θ = temperatura en grados centígrados, correspondiente a la altitud de punto que se considere
El valor de "h" es función de la altitud sobre el nivel del mar. En nuestro caso vamos a considerar un valor de h de 70,91 cm (580 metros sobre el nivel del mar) y una temperatura media de 15 º C.

El efecto corona depende en gran medida del diámetro del conductor. En nuestro caso consideramos el caso más desfavorable, que es el de los tramos en los que se utiliza cable desnudo de aluminio acero, tipo LARL-454, de 454,40 mm^2 de sección de aluminio y diámetro exterior 27,7 mm para el conexionado de la aparamenta. El conductor LA-454 tiene, por lo tanto, un radio de 1,385 cm.

Siendo Δ la distancia entre los dos conductores de la misma fase.
Los conductores se disponen en un plano horizontal, a una distancia entre fases de 4 metros.

La distancia media geométrica es:

$$DMG\ [cm] = \sqrt[3]{d_{RS} \times d_{ST} \times d_{RT}} = \sqrt[3]{400 \times 400 \times 800} = 503{,}97\ cm$$

De esta forma podemos calcular ya la tensión crítica disruptiva:

$$U_c = 244{,}02\ kV$$

$$U_c = 244{,}02\ kV > 220\ kV$$

6.5 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TRAFO TR1

6.5.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 1.924{,}5\ A$$

El embarrado de salida de las bornas de 30 kV del transformador se realiza con tubo de aluminio de diámetro exterior/interior 100/90 mm (1.495 mm2 de sección) que, al aire y sin pintar, admite una intensidad 2.320 A en servicio continuo, para una temperatura ambiente de 80 ºC.

La conexión de la posición de 30 kV del transformador con su correspondiente celda de media tensión se llevará a cabo con tres ternas de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 630 mm^2 de cobre.

La intensidad máxima admisible para tres ternas de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 630 mm2 de cobre, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 ºC, dentro de canal, es de 1.688,75 A, superior a la calculada.

$$I_{max} = n \times I_{cond} \times C_1 \times C_2 \times C_3 = 3 \times 1.095 \times 0{,}84 \times 0{,}68 \times 0{,}9 = 1.688{,}75\ A$$

Siendo:

C1= coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55ºC)
C2= coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas (se ha considerado el tipo de instalación más desfavorable de su recorrido).
C3= coeficiente de reducción por desequilibrio

6.5.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es, para el cable aislado tipo RHZ1 18/30 kV de 630 mm^2 de cobre:

$$I_{cc} = \frac{142 \times 630}{\sqrt{0{,}5}} = 126{,}516\ kA$$

$$I_{cc} = 126{,}516\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (30\ kV) = 25\ kA$$

Para el tubo de aluminio de diámetro exterior/interior 100/90 mm:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 1.495}{\sqrt{0{,}5}} = 196{,}25\ kA$$
$$I_{cc} = 196{,}25\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (30\ kV) = 25\ kA$$

6.6 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN BBCC1

6.6.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_p} = \frac{6.000}{\sqrt{3} \cdot 30} = 115{,}47A$$

La conexión de la posición de 30 kV del transformador con su correspondiente celda de media tensión se llevará a cabo con una terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 240 mm^2 de aluminio.

La intensidad máxima admisible para una terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 240 mm^2 de aluminio, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 ºC, dentro de canal, es de 279,01 A, superior a la calculada.

$$I_{max} = n \times I_{cond} \times C_1 \times C_2 \times C_3 = 1 \times 455 \times 0{,}84 \times 0{,}73 \times 1 = 279{,}01\ A$$

Siendo:

C1= coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55ºC)

C2= coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas (se ha considerado el tipo de instalación más desfavorable de su recorrido).
C3= coeficiente de reducción por desequilibrio

6.6.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 240}{\sqrt{0{,}5}} = 31{,}565\ kA$$

$$I_{cc} = 82{,}859\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (30\ kV) = 25\ kA$$

6.7 SISTEMA 30 kV – POSICIÓN TSA1

6.7.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Como se ha calculado en el apartado 5, la intensidad máxima prevista será:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_s} = \frac{160}{\sqrt{3} \cdot 30} = 3{,}08\ A$$

La conexión de la posición de 30 kV del transformador con su correspondiente celda de media tensión se llevará a cabo con una terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 240 mm^2 de aluminio.

La intensidad máxima admisible para una terna de cable aislado tipo RH5Z1 18/30 kV de 240 mm^2 de aluminio, en contacto, y a una temperatura máxima de 55 ºC, dentro de canal, es de 363,09 A, superior a la calculada.

$$I_{max} = n \times I_{cond} \times C_1 \times C_2 \times C_3 = 1 \times 455 \times 0{,}84 \times 0{,}95 \times 1 = 363{,}09\ A$$

Siendo:

C1= coeficiente de reducción por aumento de temperatura en canal (55ºC)
C2= coeficiente de reducción por agrupamiento de ternas (se ha considerado el tipo de instalación más desfavorable de su recorrido).
C3= coeficiente de reducción por desequilibrio

6.7.2 CALENTAMIENTO

Finalmente se comprueba que la sección elegida es válida para la intensidad de cortocircuito para la que se diseña la subestación. La intensidad máxima admisible en régimen de cortocircuito, que se determina mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

Icc = Intensidad de cortocircuito admisible en amperios.
k = Coeficiente de valor 93 para el aluminio y 142 para el cobre.
S = Sección del conductor en mm2.
t = Tiempo estimado de despeje de la falta en segundos.

Sustituyendo valores en la expresión, considerando las características del conductor equivalente y un tiempo de despeje de 0,5 segundos es:

$$I_{cc} = \frac{93 \times 240}{\sqrt{0{,}5}} = 31{,}565\ kA$$

$$I_{cc} = 82{,}859\ \text{kA} > I_{cc\ diseño}\ (30\ kV) = 25\ kA$$

7. CÁLCULO DE LA RED DE TIERRAS

La red de puesta a tierra de la subestación consistirá en un mallado de 68,45 x 77,45 m aproximadamente de cable de cobre de 120 mm^2 de sección enterrado a una profundidad de 0,8 m con un perimetral exterior y otro interior a la valla, más uno exterior a los edificios de control.

Como señala la ITC-RAT 13 en su punto 2.1 se procedió a realizar el estudio del terreno en el que se va a ubicar la subestación eléctrica, obteniéndose una resistividad media del mismo de 300 Ω·m.

Aplicando la fórmula para esta configuración de electrodo que nos da el reglamento:

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

Y siendo:

R = Resistencia de tierra del electrodo en Ohmios.
ρ = Resistividad del terreno en Ohmios x metro.
L= Longitud total de los conductores enterrados (unos 3.600 m).
r= Radio en metros de un círculo de la misma superficie que el área cubierta por la malla.

Siendo el área ocupada por la red de unos 5.301,45 m², podemos calcular la resistencia de la malla:

$$R_g = \frac{\rho}{4}\sqrt{\frac{\pi}{S}} + \frac{\rho}{L} = \frac{300}{4}\sqrt{\frac{\pi}{5.301{,}45}} + \frac{300}{3.600} = 1{,}909\ \Omega$$

Las tensiones máximas admisibles de paso y contacto se calcularán según especifica la citada instrucción, considerando que el acabado en grava para el suelo de la subestación presenta una resistividad de 3.000 Ω·m.

Calcularemos la resistividad superficial equivalente y los valores máximos admisibles de la tensión de paso y de contacto.

$$\rho_{sup} = \left(1 - 0.106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0{,}106}\right)\right) \cdot \rho_s$$

$$\rho_{sup} = \left(1 - 0.106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{300}{3.000}}{2 \cdot 0{,}1 + 0{,}106}\right)\right) \cdot 3.000 = 2.065\ \Omega \cdot \mathrm{m}$$

Calcularemos valores máximos admisibles con acabado en grava (interior del recinto cerrado) y sin grava (exterior):

$$V_C = U_{ca}\left(1 + \frac{\left(\frac{R_{a1}}{2} + 1{,}5 \cdot \rho_s\right)}{1000}\right)$$

$$V_P = 10 \cdot U_{ca}\left(1 + \frac{(2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s)}{1000}\right)$$

Siendo:

U_{ca}= Tensión de contacto aplicada admisible en el cuerpo humano (107 V obtenidos de la tabla 1 de la ITC-RAT 13 para una duración de la falta de 1 seg).
t= Duración de la falta en segundos (se considerará 1 seg).
ρ_S= Resistividad superficial del terreno.
h_S = Espesor de la capa superficial (0,1 m).
R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante (2.000 Ω).

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

VALORES ADMISIBLES DE V_P Y V_C		
	Tensión de paso V_P	**Tensión de contacto V_C**
Interior (con grava)	18.605 V	545 V
Exterior (sin grava)	7.276 V	262 V

En nuestro caso, en el apartado 3 de este anexo se menciona un valor de potencia de cortocircuito más elevada de 3.446,344 MVA en las barras de 220 kV. Se considera el caso más desfavorable en 220 kV donde la Intensidad de falta a considerar será 9.044,31 A.

En nuestro cálculo vamos a usar un valor de 0,4287 Ω, para la resistividad de las líneas de llegada a la subestación, que es una cifra lógica en este tipo de configuración. Por lo que tenemos una resistividad total de la suma de la resistencia de la línea y de la malla en paralelo de 0,3501 Ω.

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

$$U_E = I_E \cdot R_T = 9.044{,}31 \cdot 0{,}3501 = 3.166{,}41\ V$$

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

$$I_g = \frac{U_E}{R_g} = \frac{3.166{,}41}{1{,}909} = 1.658{,}68\ A$$

En definitiva, en nuestros cálculos vamos a considerar una intensidad de defecto a tierra de 1.658,68 A.

Cálculo del conductor
Según Standard 80 IEEE:

$$A = \frac{I \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10.000}}{\sqrt{T_{CAP} \cdot L_n \cdot \frac{k_0 + T_M}{k_0 + T_a}}} = 10{,}72\ mm^2$$

Con:

I: Intensidad máxima hacia la red de tierras en valor eficaz..... 1,659 kA

t_C: Tiempo de duración de la falta ..... 1 seg (Apart. 3.1 ITC-RAT 13)

α_r : Coeficiente térmico de resistividad a temp. de ref.....0,00397 °C^{-1}

$K_o=1/\alpha_o$.....234 °C

α_o = 1/ K_o: Coeficiente térmico de resistividad a 0º C.....0,00427 °C^{-1}

ρ_r : Resistividad del conductor a temperatura de ref. .....1,72 μΩ·cm

T_{CAP} : Factor de capacidad térmica para el Cu.....3,42 J/cm^3 °C

T_M: Temperatura máxima permisible.....200°C

T_a: Temperatura ambiente.....35°C

<u>Máxima densidad de corriente de acuerdo con apartado 3.1 de la ITC-RAT 13:</u>

I_{sth}= 160 A/mm^2

<u>Sección mínima del conductor según apartado 3.1 de la ITC-RAT 13:</u>

$S=I/I_{sth}$=10,37 mm^2

Según apartado 3.4 de la ITC-RAT 13 la sección mínima del electrodo de puesta a tierra será de 50 mm^2 para conductores de cobre. Se utilizará cable de cobre desnudo de 120 mm^2.

8. TENSIONES MÁXIMAS DE PASO Y CONTACTO

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

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

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

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

$$K_j = 0{,}644 + 0{,}148n$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Donde:

E_m= Diferencia de potencial del conductor de la malla y la superficie del terreno al centro de la malla.
E_s= Tensión de contacto a una distancia horizontal de un metro.
ρ= Resistividad del terreno (Ω·m).
I= Intensidad de defecto (A).
L_C= Longitud del cable enterrado (unos 3.600 m).
L_p= Longitud del perímetro de la red (291,8 m).
L_x= Máxima longitud del cable de tierra en el eje longitudinal.
L_y= Máxima longitud del cable de tierra en el eje transversal.
D_m= Distancia máxima entre dos puntos de la red de tierras.
h= Profundidad de enterramiento (0,8 m).
A= Área cubierta por la malla (5.301,45 m^2).
D= Separación media entre conductores paralelos (unos 4 m).
d= Diámetro del conductor (0,01236m).
n= Número efectivo de conductores en paralelo.

Procedemos a calcular los coeficientes:

n = 24,698

n_a = 24,674

n_b = 1,001

n_c = 1

n_d = 1

$$K_s = \frac{1}{\pi}\left[\frac{1}{2\cdot 0{,}8} + \frac{1}{0{,}8+4} + \frac{1}{4}(1+0{,}5^{24{,}698-2})\right]$$

$$K_s = 0{,}345$$

$$K_j = 0{,}644 + 0{,}148\cdot n = 0{,}644 + 0{,}148\cdot 24{,}6989 = 4{,}299$$

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

$$K_{ij} = 0{,}729$$

$$K_h = \sqrt{1+\frac{h}{h_0}} = \sqrt{1+\frac{0{,}8}{1}} = 1{,}342$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[\ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ij}}{K_h}\ln\frac{8}{\pi^{(2n-1)}}\right] = 0{,}557$$

Entonces:

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

$$E_m = 331{,}1\ V$$

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

$$E_s = 204{,}9\ V$$

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

$$E_S < V_C < V_P$$

$$E_m < V_C < V_P$$

	V_P Admisible	**V_P Calculada (Es)**	**V_C Admisible**	**V_C Calculada (Em)**
Interior (con grava)	18.605 V	204,9 V	545 V	331,1 V
Exterior (sin grava)	7.276 V	204,9 V	262 V	331,1 V

Para que la tensión de contacto cumpla en el exterior del recinto, se instalará la valla de la Subestación a 1 m del perímetro de la malla hacia el interior y conectada a esta, con lo que nuestro sistema no presentará peligros significativos para el personal por trasvase de potenciales peligrosos.

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

ANEXO Nº2

PREVENCIÓN DE INCENDIOS

ÍNDICE ANEXO Nº2

1. INFORMACIÓN GENERAL 1
1.1 INFORMACIÓN GRÁFICA 1
1.1.1 SITUACIÓN RELATIVA DEL LOCAL 1
1.1.2 SUPERFICIE EDIFICADA 1
1.1.3 ACCESIBILIDAD 1
1.1.4 SECTORES DE INCENDIOS DE INCENDIOS Y SUPERFICIE DE CADA UNO 2
1.2 INFORMACIÓN DESCRIPTIVA 3
1.2.1 CARGA DE FUEGO PONDERADA DE CADA SECTOR DE INCENDIO 3
1.2.2 ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS 3
1.2.3 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN 3
2. INFORMACIÓN ESPECÍFICA CONTRA INCENDIOS 4
2.1 PARA ACTIVIDADES DEL CTE 4
2.2 PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS, DE ESPECTÁCULOS Y DE OCIO 4
2.3 PARA ACTIVIDADES DE INDUSTRIA Y ALMACENAMIENTO 4
2.3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL 4
2.3.2 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS 6
2.3.3 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN 9
3. ORGANIZACIÓN DE LA EMERGENCIA 12
4. FICHA DE CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS DE CADA SECTOR DE INCENDIOS, DE ACUERDO CON EL R.D. 2267/04 13

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 INFORMACIÓN GRÁFICA

1.1.1 SITUACIÓN RELATIVA DEL LOCAL

La parcela dónde se implantará la Subestación 220/30 kV "Borox Sur" se encuentran en el término municipal de Borox (Provincia de Toledo).

De acuerdo con el RD 2267/04, respecto a su configuración y ubicación, la Subestación presenta dos tipos de establecimiento, tipo E la parte ocupada por el parque intemperie, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y tipo C los edificios, como establecimientos industriales que ocupan totalmente un edificio y se encuentran a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

1.1.2 SUPERFICIE EDIFICADA

Se puede considerar que la superficie exterior ocupada por la actividad será de 4.911,58 m^2. A efectos de aplicación del R.D. 2267/04 se considerará de especial relevancia el edificio de celdas, control y operación, con una superficie total construida de 174,87 m^2, en una única planta.

1.1.3 ACCESIBILIDAD

El acceso a la Subestación, se hará desde vial de nueva construcción.

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

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

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

1.1.4 SECTORES DE INCENDIOS DE INCENDIOS Y SUPERFICIE DE CADA UNO

Dadas las características de la actividad, se considerará a efectos prácticos como dos edificios aislados, de configuración tipo C, dentro de una parcela tipo E.

Cuadro de superficies Edificio de control

SUPERFICIES ÚTILES

- ✓ Sala de Celdas ..... 41,60 m^2
- ✓ Sala de Control ..... 61,36 m^2

SUPERFICIE ÚTIL TOTAL ..... 102,96 m^2

SUPERFICIES CONSTRUIDAS

Planta Baja sin acerado ..... 117,15 m^2

SUPERFICIE CONSTRUIDA TOTAL ..... 117,15 m^2

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

1.2 INFORMACIÓN DESCRIPTIVA

1.2.1 CARGA DE FUEGO PONDERADA DE CADA SECTOR DE INCENDIO

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

Sector	Sector de incendio	A_i (m^2)	Q_{Si} (MJ/m^2)	$Q_{Si} \cdot A_i$ (MJ)	N.R.I.
ÚNICO	Edificio de Control	117,5	395,49	46.332	1 - BAJO

A_i : Superficie del sector de incendios.
Q_{si} : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida.
N.R.I. : Nivel de Riesgo Intrínseco.

1.2.2 ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con el R.D. 2267/04, condiciones de protección contra incendios en los edificios industriales, los establecimientos no requieren de otros suministros hídricos, puesto que no es preceptiva la instalación de hidrantes, columna seca, BIE's o rociadores.

1.2.3 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Las instalaciones de protección (medidas activas) cumplirán con el Reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios (R.D. 1942/93) y orden 16 de abril de 1998, que la complementa, así como el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos (R.D. 337/2014).
Las instalaciones de protección instaladas o proyectadas se detallan en cada uno de los apartamentos específicos del presente anexo.

2. INFORMACIÓN ESPECÍFICA CONTRA INCENDIOS

2.1 PARA ACTIVIDADES DEL CTE

De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 2267/04 no le es de aplicación la CTE puesto que los establecimientos no disponen de zonas administrativas, comedor de personal, etc., de superficie superior a 250 m^2.

2.2 PARA ACTIVIDADES RECREATIVAS, DE ESPECTÁCULOS Y DE OCIO

No procede.

2.3 PARA ACTIVIDADES DE INDUSTRIA Y ALMACENAMIENTO

2.3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Configuración y ubicación en relación con su entorno

Las parcelas donde se implantará la Subestación se encuentran en el término municipal de Borox (Provincia de Toledo).

Básicamente el establecimiento ocupará una superficie real de 5.163,18 m^2, y estará formado por un parque exterior (intemperie), donde se encuentra situada la aparamenta, y un edificios de control donde se ubican los armarios, equipos de protección y mando.

Tal como se ha comentado anteriormente de acuerdo con el R.D. 2267/04, respecto a su configuración y ubicación presenta dos tipos de establecimiento, el parque intemperie es tipo E, puesto que ocupa un espacio abierto con una cobertura no mayor del 50% de la superficie ocupada, y los edificios se consideran de tipo C.

Número de sectores. Configuración de cada sector

Se considerará un único sector de incendios en cada uno de los edificios.

Evaluación de la carga de fuego por cada sector

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

Para actividades de producción, transformación

Se parte de la siguiente fórmula:

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

Donde:

Q_S : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida del sector de incendio.
Q_{Si} : Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los diferentes procesos que se realizan en el sector de incendio (i), MJ/m^2.
S_i : Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego diferente en m^2.
C_i : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existe en el sector de incendio.
A : Superficie construida del sector de incendio en m^2.
R_a : Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio.
Se han seguido los criterios marcados en el Anexo y del R.D. 2267/04, en base a los valores establecidos en la Tabla 1.2, de densidad de carga de fuego ponderada de diversos procesos industriales. Así, para nuestra actividad vemos reflejadas las siguientes actividades:

Actividad	Tipos	q_S o q_v	R_a
Transformadores, estación de	Producción	300 MJ/m^2	1,5

Para actividades de almacenaje

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

Transformadores	Nº unidades	Volumen aceite (L)
TR1 220/30 kV (80 MVA)	1	45.000

De acuerdo con la tabla 1.4 del Anexo 1 del R.D. 2267/04, al aceite mineral le corresponde un poder calorífico de 42 MJ/kg y una densidad de 0,895 kg/l. Por tanto, para el parque exterior tendremos una carga de fuego de 4.886.700 MJ.
La carga de fuego para el sector de incendio calculada es la siguiente:

Sector	Sector de incendios	A_i(m^2)	Q_{Si} (MJ/m^2)	$Q_{Si} \cdot A_i$ (MJ)	N.R.I.
1	Edificio C&P	117,15	395,49	46.332,00	1 - BAJO
2	Resto parcela	4.896,50	345,46	1.691.550,00	1 - BAJO
	Total	5.013,65	**346,63**	**1.737.882,00**	**1 - BAJO**

A_i : Superficie del sector de incendios
Q_{si} : Densidad de carga de fuego ponderada y corregida
N.R.I. : Nivel de Riesgo Intrínseco

Evaluación de la carga de fuego ponderado del establecimiento

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

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} = \frac{1.761.750}{377,51} = 4666,76\ MJ/m^2$$

Determinación del grado intrínseco

El resultado de la carga de fuego ponderada, del establecimiento, calculada en el punto anterior, corresponde a un nivel de riesgo intrínseco grado 1-BAJO, por ser el valor inferior a 425 MJ/m^2 .

En consecuencia, la periodicidad de la inspección de las instalaciones, de acuerdo con el artículo 7 del Real Decreto 2267/04, se establece en cinco (5) años.

2.3.2 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

Admisibilidad de la situación

La situación resulta admisible, puesto que ninguno de los sectores incurre en ninguna de las situaciones descritas en el art. 1 del anexo 2 del R.D. 2267/04, a saber:

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

Sector de incendio máximo

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

Sector	Sector de incendio	Superficie (m^2)		%
		Útil	Máxima	
1	EdifIcio de C&P	102,96	SIN LIMITE	---

Comportamiento frente al fuego de los materiales

Productos de revestimientos:

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

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

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

Estabilidad al fuego de los elementos constructivos

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

Planta	Riesgo	Grado EF	Sector afectado
Planta sótano	Bajo	EF-60	EDIFICIO DE CONTROL
Planta sobre rasante	Bajo	EF-30	

Las principales características constructivas son las siguientes:

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

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

Resistencia al fuego de los elementos de delimitación

Entre sectores del mismo establecimiento

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

Respecto vecinos

Puesto que se trata de una ubicación tipo "C", y por tanto no confronta directamente con ningún vecino, no le es exigible ningún grado EF a los cerramientos exteriores.
Por otra parte, cabe remarcar que cualquier edificación quedará a más de 3 m. del límite de la parcela.

Evacuación

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

Por otra parte, se estima que las tareas de mantenimiento pueden concentrar una ocupación máxima de hasta 5 trabajadores en un mismo edificio o sector de incendios.
La actividad dispone de suficientes salidas directas en el exterior que garanticen que desde cualquier punto se puede acudir con un recorrido inferior a 35 m (sector de Riesgo BAJO con una ocupación inferior a 25 personas).

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

Todos los sectores disponen de número de salidas suficientes, de acuerdo con el Art. 6 del R.D. 2267/04, con un recorrido de evacuación inferior al máximo admisible.

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

Ventilación

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

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

(*) Valores de superficie o fracción.

2.3.3 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN

Detección automática de incendios

De acuerdo con el Art. 3 del Apéndice 3, no se requerirá en ningún sector.
Aunque, en todas las salas con aparamenta (a saber: salas de celdas y salas de control) se dispone de detección automática de incendios, de tipo detector iónico de humos conectada a una central de alarma interior y comunicada con el exterior.

Pulsadores de alarma de incendios

De acuerdo con el Art. 4 del Apéndice 3, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar el pulsador no debe superar los 25 m.

Comunicación de alarma de incendios

De acuerdo con el Art. 5 del Apéndice 3, no se requiere, puesto que la superficie total es inferior a 10.000 m^2.
Aunque, en caso de emergencia la central de alarma activará una sirena ubicada en el exterior del edificio y dará señal al centro de control.

Justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios

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

Hidrantes exteriores

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

Extintores

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

Se colocarán preferentemente sobre soporte fijado a paramentos verticales, de forma que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 m. sobre el suelo.
La dotación de extintores portátiles para cada sector de incendio, será:

N.R.I.	**Eficacia**	**Superficie cubierta**
BAJO	21 A	1 los primeros 600 m^2
		1 cada 200 m^2 siguientes o fracción

Los cuadros eléctricos principales se protegerán con extintores de dióxido de carbono (CO_2) o polvo seco BC o ABC, con un mínimo de 5kg y 6kg respectivamente.

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

Bocas de Incendio Equipadas

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

Columna seca

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

Rociadores automáticos de agua

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

Alumbrado de Emergencia

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

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

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

Se han calculado a razón de 5 lúmenes/m^2, serán generalmente de tipo fluorescente y como norma general, tendrán les siguientes características:

Luminaria fluorescente de 6W, grado IP 42, de una hora de autonomía, con un flujo de 135 lúmenes, apta para una superficie de 27 m^2.

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

Según el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus fundamentos Técnicos (R.D. 337/2014), cada uno de los transformadores debe disponer de una cubeta para la recogida de aceite en caso de derramamiento, situado bajo la rodadura del propio transformador, y que cubre toda la planta en que se puede proyectar el aceite. Estas cubetas de hormigón estarán repletas de grava de dimensión adecuada para el filtrado y apagado del aceite en caso de incendio. Estas cubetas tendrán capacidad para a alojar todo el aceite de cada transformador.

3. ORGANIZACIÓN DE LA EMERGENCIA

Las actividades con una superficie superior a los 1.000 m^2 y más de 10 personas han de prever la confección de un Plan de Autoprotección con el contenido siguiente:

Documento 1: Evaluación de riesgo.

Documento 2: Instalaciones de protección.

Documento 3: Plan de emergencia y evacuación.

Documento 4: Implantación y simulacros.

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

4. FICHA DE CARACTERÍSTICAS Y REQUISITOS DE CADA SECTOR DE INCENDIOS, DE ACUERDO CON EL R.D. 2267/04

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

Sector 1	EDIFICIO DE CONTROL

ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, REPARACIÓN,...

Actividades desarrolladas dentro el mismo sector: *Anexo 1 art 3.2, tabla 12*	Densidad de carga de fuego (q_{si}) Anx. 1 art.3.2, tabla 12 [MJ/m²]	Superficie de la actividad (S_i) [m²]	Grado de peligrosidad (C_i) Anx. 1 art 3.2, tabla 11	Densidad carga de fuego corregida $q_{Si} \cdot S_i \cdot C_i$ [MJ]	Riesgo de actividad (R_a) Anx. 1 art 3.2, tabla 12
a) *Sala de celdas (Transformadores, estación de)*	300	41,60	1,0	12.480	1,5
b) Sala de control *(Transformadores, estación de)*	300	61,36	1,0	18.408	1,5
Subtotal.....		102,96		30.888	

RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

1.- Tipo de ubicación (A, B, C, D o E) Anexo 1, art. 2.1 i 3.1		C
2.- Superficie total del sector de incendios (m2) A ≥ ∑Si	A	117,15
3.- Riesgo de activación predominante Max (Ra) para sectores de sup > 10%	R_a	1,50
4.- Actividad predominante Si Sup. Almacenamiento>10%---> Almacenaje		PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN
5.- Densidad de carga de fuego total, ponderada y corregida (MJ/m2) $[\sum(q_{si} \cdot S_i \cdot C_i) + \sum(q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i)]R_a/A$	Q_s	395,49
6.- Clasificación: Nivel de Riesgo intrinseco Anexo 1, Art. 3.5, tabla 1.3 (para MJ/m2)		1 BAJO

7.- CONDICIONANTES

El sector de incendio está situado bajo rasante?	SI/NO	NO
El sector es en una segunda planta bajo rasante o la altura de evacuación en sentido ascendente es > 4 m.?	SI/NO	NO
El perímetro accesible del edificio es inferior al 25%?	SI/NO	NO
El perímetro accesible del edificio es superior al 50%?	SI/NO	SI
Se pondrán voluntariamente rociadores automáticos?	SI/NO	NO
La altura de evacuación es de 15 m o superior?	SI/NO	NO
Está alejado a más de 10 m. de otros establecimientos y todo el edificio es de una sola planta?	SI/NO	SI
El sector está formato por una sola planta?	SI/NO	SI
Hay plantas de otros sectores encima?	SI/NO	NO
La cubierta en el sector es "ligera" (carga perm.< 100 kg/m2)	SI/NO	SI
Habrá almacenamiento de productos sólidos en el exterior?	SI/NO	NO

REQUISITOS QUE HABRÁ DE CUMPLIR EL SECTOR

8.- Máxima superficie admisible (m²) Anexo 2, Apartado 2, tabla 2.1	A_{max}	SIN LIMTE
9.- Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes Anexo 2, Apartado 4.1, tabla 2.2 y Apartado 4.2	EF	Plantas sobre rasante: EF - 30
10.- Resistencia al fuego de paredes entre sectores del mismo establecimiento Anexo 2, Apartado 5.1	RF	Se trata de un sector único en edificio aislado
11.- Resistencia al fuego de paredes o muros que lindan con otros establecimentos Anexo 2, Apartado 5.2	RF	Se trata de un sector único en edificio aislado
12.- Distancias máximas de recorrido de evacuación (m) Anexo 2, Apartado 6.3.2	d	50
13.- Altura máxima de las escaleras de evacuación descendente (m) Anexo 2, Apartado 6.3.3		20
14.- Superficie mínima de ventilación natural (m²) Anexo 2, Apartado 7		No se exige ventilación natural
15.- Obligatorio instalar sistemas automáticos de detección de incendios? Anexo 3, Apartado 3.1		NO
16.- Obligatorio instalar sistemas manuales de alarma de incendios? Anexo 3, Apartado 3.4		SI
17.- Obligatorio instalar sistemas de comunicación de alarma? Anexo 3, Apartado 3.5		Sólo si la superficie construida del establecimiento industrial > 10.000 m2.
18.- Necesidad de agua para hidrantes exteriores: caudal (l/min) / autonom (min) Anexo 3, Apartado 3.7		No hacen falta hidrantes
19.- Número mínimo de extintores (fuego A) y eficacia Anexo 3, Apartado 8.2, tabla 3.1		1 de 21A
20.- Tipo BIE (Φ / simultaneidad /minutos de autonomía) Anexo 3, Apartado 9.2		No hacen falta BIE's
21.- Obligatorio sistema de columna seca? Anexo 3, Apartado 10		NO
22.- Obligatorio sistema de rociadores automáticos de agua? Anexo 3, Apartado 11		NO

ANEXO Nº3

GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE ANEXO Nº 3

1. OBJETO 1

2. GENERACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 1

2.1 INTRODUCCIÓN 1

2.2 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 1

2.3 RESIDUOS PELIGROSOS 1

2.4 RESIDUOS NO PELIGROSOS 2

2.5 RELACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS 2

3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA 5

3.1 PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES 5

3.2 PREVENCIÓN EN EL COMIENZO DE LA OBRA 5

3.3 PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA 5

3.4 PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA 6

4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS 6

4.1 GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS 6

4.1.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS 6

4.1.2 SECCIONADORES 7

4.1.3 RESIDUOS PELIGROSOS 7

4.2 GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS 7

4.2.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS 7

4.2.2 RESIDUOS PELIGROSOS 8

4.2.3 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN) 8

4.3 CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN 9

4.3.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS 9

4.3.2 RESIDUOS PELIGROSOS 10

4.3.3 TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS 10

5. PLIEGO DE PRESCIPCIONES TÉCNICAS 11

5.1 OBLIGACIONES DE LOS ACTORES 11

5.2 GESTIÓN DE RESIDUOS 11

5.3 SEPARACIÓN 12

5.4 DOCUMENTACIÓN 12

6. CONCLUSIÓN 13

1. OBJETO

El objeto del presente Anexo es dar cumplimiento al RD 105/2008 de 1 de febrero de 2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

2. GENERACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

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

2.2 PRODUCCIÓN DE RESIDUOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

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

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

2.3 RESIDUOS PELIGROSOS

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

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

2.4 RESIDUOS NO PELIGROSOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.5 RELACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

A continuación, se indican los posibles residuos que se generarían en la fase de construcción de las instalaciones, codificados según de acuerdo a la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

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

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN			
CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	PROCEDENCIA	GESTIÓN
RESIDUOS NO PELIGROSOS			
			reutilización, valorización.
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso.	Realización de techos en el edificio.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
17 09 04	Residuos mezclados de construcción.	Construcción de la subestación.	Retirada por Gestor autorizado, priorizando su valorización.
20 03 01	Restos asimilables a urbanos.	Restos procedentes del personal de la obra (restos de comida, bolsas de plásticos, latas, envoltorios, etc.).	Retirada por Gestos autorizado o por acuerdos con el Ayuntamiento.

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

	peligrosas (RP).	manipulación de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc…	autorizado.

3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Las medidas de prevención de residuos en obra están basadas en fomentar su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

Estas medidas son aplicables en las diferentes actividades de la obra: adquisición de materiales, comienzo de la obra, puesta en obra y almacenamiento en obra.

3.1 PREVENCIÓN EN LA ADQUISICIÓN DE MATERIALES

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

3.2 PREVENCIÓN EN EL COMIENZO DE LA OBRA

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

3.3 PREVENCIÓN EN LA PUESTA EN OBRA

- Se programará correctamente la llegada de camiones de hormigón para evitar el principio del fraguado y, por tanto, la necesidad de su devolución a planta, que afectaría a la generación de residuos y de emisiones derivadas del transporte.
- Se aprovecharán los restos de hormigón fresco, siempre que sea posible (en mejora de accesos, zonas de tráfico, etc.)

- Se favorecerá el empleo de materiales prefabricados, que, por lo general, minimizan la generación de residuos.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra.
- Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.
- Se agotará la vida útil de los medios auxiliares, propiciando su reutilización en el mayor número de obras, para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

3.4 PREVENCIÓN EN EL ALMACENAMIENTO EN OBRA

- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados, para garantizar que se mantienen en las debidas condiciones.
- Los materiales se almacenarán correctamente para protegerlos de las intemperies y evitar su deterioro y transformación en residuo. Así mismo, con un correcto almacenamiento se evitará que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, roturas de envases, etc.
- Disponer de una central de corte para evitar la dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de los materiales en la obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- Los residuos catalogados como peligrosos deberán almacenarse en un sitio especial que evite que se mezclen entre sí o con otros residuos no peligrosos.

4. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

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

4.1 GESTIÓN INTERNA DE LOS RESIDUOS

4.1.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

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

4.1.2 SECCIONADORES

Las tierras sobrantes serán acopiadas en la propia obra tratando de disminuir el tiempo de almacenamiento el máximo posible, se tratará preferentemente de utilizar estas tierras en la propia obra.

Los restos de hormigón que se encontrarán principalmente en las balsas de recogida de lavado de hormigonera, serán retirados y llevados a una cuba hasta su recogida.

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

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

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

4.1.3 RESIDUOS PELIGROSOS

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

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

4.2 GESTIÓN EXTERNA DE LOS RESIDUOS

Según lo establecido en la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados, los poseedores de residuos están obligados a entregarlos a un gestor de residuos para su valorización o eliminación.

Siendo prioritario destinar todo residuo potencialmente reciclable o valorizable a estos fines, evitando su eliminación siempre que sea posible.

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

4.2.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

Las tierras sobrantes serán principalmente reutilizadas siempre que sea posible para el relleno de excavaciones en la propia obra, si esto no es posible se destinará junto con los restos de hormigón y

el resto de residuos de construcción a plantas donde sea posible su reutilización, finalmente y como última opción serán retirados a vertederos autorizados.

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

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

4.2.2 RESIDUOS PELIGROSOS

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

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

4.2.3 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN / SELECCIÓN)

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

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

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

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

4.3 CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS RESIDUOS PRODUCIDOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN

4.3.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

RESIDUOS NO PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN					
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (m^3)**	**CANTIDAD (T)**	**PRECIO UNITARIO (€/m^3)**	**PRECIO TOTAL (€)**
RESIDUOS NO PELIGROSOS					
17 01 01	Hormigón	2,552	5,833	15	38,28
17 01 02	Ladrillos	0,020	0,015	15	0,30
17 01 03	Tejas y Materiales Cerámicos	0,004	0,007	15	0,07
17 02 01	Madera	0,006	0,006	15	0,09
17 02 03	Plástico	0,004	0,003	15	0,05
17 04 05	Hierro y acero	0,000	0,000	15	0,00
17 04 07	Metales mezclados	0,029	0,044	15	0,44
17 04 11	Cable desnudo	0,146	0,073	15	2,19
17 05 04	Tierras sobrantes	263,631	397,539	3	790,89
17 06 04	Materiales de Aislamiento	0,004	0,004	15	0,05
17 08 02	Materiales de Construcción a partir de yeso	0,006	0,007	15	0,09
17 09 04	Residuos mezclados de construcción	0,029	0,036	15	0,44

4.3.2 RESIDUOS PELIGROSOS

RESIDUOS PELIGROSOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN					
CÓDIGO	**TIPO DE RESIDUO**	**CANTIDAD (m^3)**	**CANTIDAD (T)**	**PRECIO UNITARIO (€/m^3)**	**PRECIO TOTAL (€)**
RESIDUOS PELIGROSOS					
13 02 05	Aceites usados (RP).	0,29	0,29	1600	466,67
15 01 10	Envases que han contenido sustancias peligrosas, como envases de aceites, combustible, disolventes, pinturas, etc… (RP)	0,07	0,07	1600	116,67
15 02 02	Trapos impregnados de sustancias peligrosas como aceites, disolventes, etc… (RP)	0,03	0,03	1600	46,67
17 04 10	Cables aislados (RP)	0,01	0,01	1600	23,33
17 05 03	Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas (RP)	0,29	0,29	1600	466,67

4.3.3 TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS

RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN	
TIPO DE RESIDUO	Total (€)
Gestión Residuos No Peligrosos	832,88 €
Gestión Residuos Peligrosos	1.120,00 €
TOTAL GESTIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN FASE DE CONSTRUCCIÓN (€)	**1.952,88 €**

5. PLIEGO DE PRESCIPCIONES TÉCNICAS

5.1 OBLIGACIONES DE LOS ACTORES

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

5.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.
- Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

- El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

5.3 SEPARACIÓN

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

5.4 DOCUMENTACIÓN

- El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.
- El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.

- El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista según Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinan los residuos.
- Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.
- El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

6. CONCLUSIÓN

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

ANEXO Nº4

RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

ÍNDICE ANEXO Nº 4

1. AFECCIONES A PROPIETARIOS 3

1.- AFECCIONES A PROPIETARIOS

Las afecciones a propietarios, motivadas por la construcción la subestación 220/30 kV "Borox Sur" pueden consultarse en la tabla siguiente.

Nº PARCELA PROYECTO	DATOS DE LA FINCA			Plataforma de la superficie ocupada SET (m²)	VIAL DE ACCESO (m²)
	POLÍGONO	PARCELA	TÉRMINO MUNICIPAL		
A01	12	129	BOROX (TOLEDO)	5.418,95	262,013

ANEXO Nº5

ESTUDIO DE
CAMPOS MAGNÉTICOS

ÍNDICE ANEXO Nº5

1. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS 2

1.1 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 1 4

1.2 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 2 4

1.3 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 3 4

1.4 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 4 5

2. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN 6

3. CONCLUSIONES 7

1. LIMITACIÓN DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS

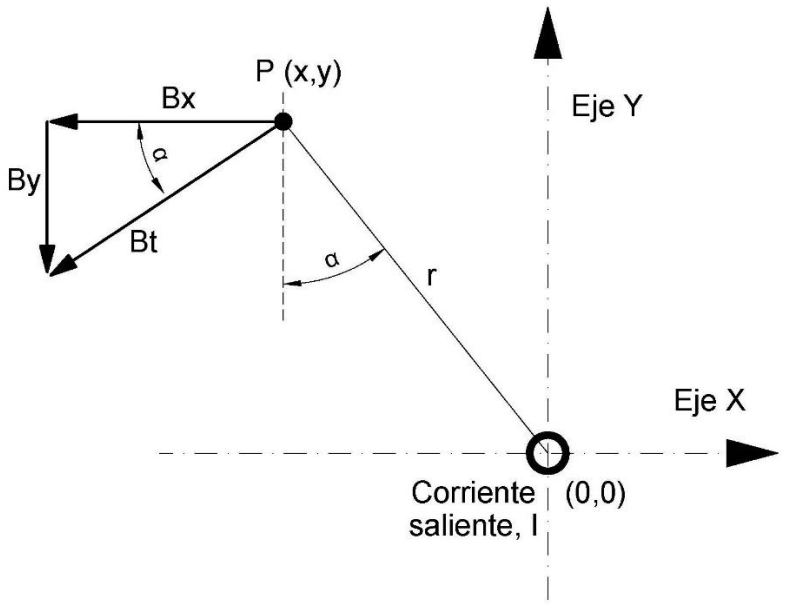
El Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, establece unos límites de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

En cualquier caso, los circuitos eléctricos objeto de proyecto que generarán valores de campo magnético mayores serán los que circule por ellos una mayor intensidad, siendo éstos los conductores y embarrados de los diferentes niveles de tensión de la subestación.
Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la ley de Biot-Savart:

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

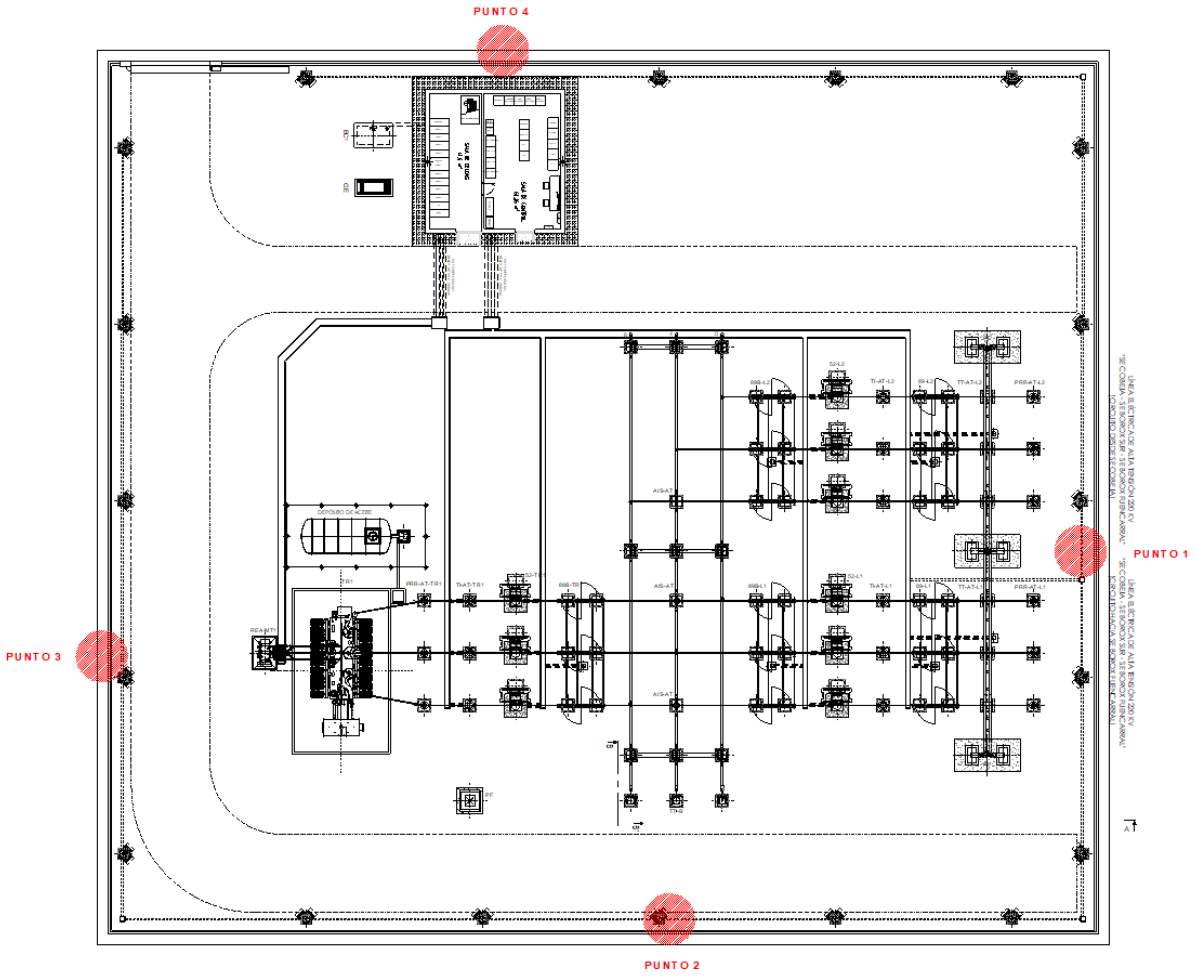
Donde:

I =Corriente que circula por el conductor, a 50 Hz (A).
r = Distancia del conductor al punto donde se calcula el campo magnético (m).



Se estudia la influencia del campo magnético fuera de los límites de la subestación, generado por el conjunto de los elementos de la instalación capaces de inducir un campo magnético relevante.

Los puntos a estudiar se muestran en la siguiente imagen:



- Punto 1: punto más próximo a las salidas de línea aérea de alta tensión a 220 kV.
- Punto 2: punto más próximo al embarrado de 220 kV.
- Punto 3: punto más cercano al edificio de control.
- Punto 4: punto más cercano la salida de línea en 30 kV.

Para cada uno de estos puntos se realiza el cálculo del campo magnético creado por los conductores en los cuales circula mayor intensidad:

- Posición de salida de línea a SE "Colmenar Fuencarral 30/220 kV".
- Posición de entrada de línea de SE "Cobeja 30/220 kV".
- Barras 220 kV.
- Posición de trafo TR1, lado de 220 kV.
- Posición de trafo TR1, lado de 30 kV.
- Conjunto de celdas de media tensión MT1.

Para la realización de este cálculo se considera que el campo magnético generado por los conductores enterrados, en contacto entre sí y con disposición en tresbolillo es despreciable.

A continuación, se muestran los resultados de los campos electromagnéticos obtenidos en los puntos presentados anteriormente.

1.1 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 1

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (µT)
SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV	315,664	10	4	3,771
ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 KV"	105,193	10	4	1,257
BARRAS 220 KV	315,664	30	3,5	0,225
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 220 KV	262,432	40	4	0,093
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 30 KV	1.924,50	60	0,5	0,420
CONJUNTO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN MT1	1,628	60	0,2	0,094
TOTAL				**5,858**

1.2 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 2

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (µT)
SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV	315,664	35	4	0,352
ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 KV"	105,193	10	4	1,257
BARRAS 220 KV	315,664	15	3,5	0,874
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 220 KV	262,432	20	4	0,272
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 30 KV	1.924,50	35	0,5	1,613
CONJUNTO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN MT1	1,628	70	0,2	0,069
TOTAL				**4,437**

1.3 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 3

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (µT)
SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV	315,664	55	4	0,144
ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 KV"	105,193	55	4	0,048
BARRAS 220 KV	315,664	45	3,5	0,567
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 220 KV	262,432	25	4	1,480
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 30 KV	1.924,50	15	0,5	0,188
CONJUNTO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN MT1	1,628	55	0,2	0,112
TOTAL				**2,539**

1.4 CAMPO ELECTROMAGNÉTICO EN EL PUNTO 4

Conductor	I nominal (A)	Distancia al conductor (m)	Separación conductores (m)	B (µT)
SALIDA A SE "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV	315,664	50	4	0,174
ENTRADA DE SE "COBEJA 220/30 KV"	105,193	35	4	0,117
BARRAS 220 KV	315,664	30	3,5	0,178
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 220 KV	262,432	45	4	0,133
POSICIÓN DE TRAFO TR1, LADO DE 30 KV	1.924,50	50	0,5	0,420
CONJUNTO DE CELDAS DE MEDIA TENSIÓN MT1	1,628	1,5	0,2	13,516
TOTAL				**14,538**

2. RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

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

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

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

3. CONCLUSIONES

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

Resumen Campos	
Punto 1	**5,858 µT**
Punto 2	**4,437 µT**
Punto 3	**2,539 µT**
Punto 4	**14,538 µT**

En todos los casos estudiados, estos valores están muy por debajo de los 100 µT establecidos por el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, como nivel máximo de referencia.
Estos cálculos se han realizado con criterios muy conservadores, por lo que es de esperar que en la realidad sean aún inferiores, teniendo en cuenta que los cables no son infinitos. El efecto de apantallamiento reduce considerablemente el valor del campo magnético.

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

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

ANEXO Nº6

DECLARACIÓN RESPONSABLE

DECLARACIÓN RESPONSABLE
PARA LA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA PREVIA, DECLARACIÓN DE UTILIDAD PÚBLICA Y AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN

D. David Gavín Asso, con D.N.I. 18.039.234-N, colegiado nº 2207 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja (C.O.I.I.A.R.), al servicio de la empresa Servicios Auxiliares de Telecomunicación S.A. (SATEL), y con domicilio, a efectos de notificación, en Avenida Pablo Gargallo, 100, 5ª planta, 50003 de Zaragoza, mediante la presente,

DECLARO BAJO MI RESPONSABILIDAD:

Que soy el técnico autor del proyecto de ejecución titulado **SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 220/30 kV "BOROX SUR",** redactado para ENVATIOS FUENCARRAL S.L.U.

Que el citado Proyecto cumple con toda la normativa que le es de aplicación, y quien lo suscribe cuenta con todas las habilitaciones profesionales preceptivas para ello.

Y para que conste y produzca los efectos oportunos, expido y suscribo esta Declaración, de modo que también se pueda comprobar la validez de mi firma electrónica.

Zaragoza, septiembre de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

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

DOCUMENTO Nº2

PRESUPUESTO

ÍNDICE DOCUMENTO Nº 2

1. PRESUPUESTOS PARCIALES 1

1.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1
1.2 APARAMENTA 220KV 1
1.3 APARAMENTA 30KV 2
1.4 EMBARRADOS Y CABLEADOS 2
1.5 SOPORTES Y ESTRUCTURAS 3
1.6 RED DE TIERRAS 3
1.7 SERVICIOS AUXILIARES 3
1.8 CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA 3
1.9 VARIOS 3
1.10 OBRA CIVIL 3
1.11 MONTAJE ELECTROMECÁNICO 4
1.12 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO 4
1.13 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL 4
1.14 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS 4
1.15 DESMANTELAMIENTO DE LA SE 4

2. PRESUPUESTO GENERAL 5

1. PRESUPUESTOS PARCIALES

1.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
1.1	Transformador trifásico en baño de aceite 220/30 kV de 80/100 MVA	1,00	1.200.000,00	1.200.000,00
	Total Transformador de Potencia (Euros)			**1.200.000,00**

1.2 APARAMENTA 220KV

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
2.1	Interruptor tripolar automático para 220kV de tipo intemperie y corte SF6. Con mando tipo resorte rearmable mediante motor eléctrico. Tensión aislamiento 245 kV, intensidad nominal 2.500 A. Poder de corte 40 kA.	3,00	48.500,00	145.500,00
2.2	Seccionador de línea, tripolar de 3 columnas, giratorio, con cuchillas de p.a.t. y dispositivo de mando eléctrico para maniobra de las cuchillas principales. Tensión aislamiento 245 kV, intensidad nominal 2.000 A, intensidad asignada de corta duración (1 s) 40 kA.	2,00	30.500,00	61.000,00
2.3	Seccionador de barras, tripolar de 3 columnas, giratorio, con dispositivo de mando eléctrico para maniobra de las cuchillas principales. Tensión aislamiento 245 kV, intensidad nominal 2.000 A, intensidad asignada de corta duración (1 s) 40 kA.	3,00	29.050,00	87.150,00
2.4	Autoválvula Uc=154 kV, Ur=192 kV de tensión asignada y 10 kA de corriente de descarga, clase 3. Se incluye contador de descarga	9,00	6.760,00	60.840,00
2.5	Transformador de intensidad unipolar relación de transformación primaria 150-300/5-5-5-5A, cuatro secundarios para medida y protección. Tensión máxima 245kV.(Incluye caja de formación de intensidades)	3,00	10.750,00	32.250,00
2.6	Transformador de intensidad unipolar relación de transformación primaria 400-800/5-5-5-5A, cuatro secundarios para medida y protección. Tensión máxima 245kV.(Incluye caja de formación de intensidades)	3,00	10.500,00	31.500,00
2.7	Transformador de intensidad unipolar relación de transformación primaria 300-600/5-5-5-5A, cuatro secundarios para medida y protección. Tensión máxima 245kV.(Incluye caja de formación de intensidades)	3,00	10.500,00	31.500,00
2.8	Transformador de tensión inductivo, relación primaria 220,000/√3, tres secundarios, 1er secundario para medida fiscal, 110/√3, 20 VA, cl.0,2, 2º secundario para medida y protección, 110/√3, 30 VA, cl. 0,5-3P y 3er secundario para protección, 110/3, 30VA, cl. 0,5-3P (Incluye caja de formación de tensiones)	9,00	10.725,00	96.525,00
2.9	Aisladores de apoyo 220kV	3,00	3.640,00	10.920,00
	Total Aparamenta 220 kV (Euros)			**557.185,00**

1.3 APARAMENTA 30KV

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
3.1	Celda blindada de transformador de 36 kV (aislamiento en SF6), en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 2.000 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de tensión y de intensidad (2 devanados de protección, y 1 de medida), transformadores de tensión en embarrado (devanados de protección, medida), relés de protección, etc.	1,00	40.300,00	40.300,00
3.2	Celda blindada de línea de reserva (aislamiento en SF6) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 630 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida) relés de protección, etc.	1,00	37.700,00	37.700,00
3.3	Celda blindada de línea colectora de parques (aislamiento en SF6) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 630 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida) relés de protección, etc.	8,00	37.700,00	301.600,00
3.4	Celda blindada para protección batería condensadores (aislamiento en SF6) 36 kV, en armario metálico prefabricado, normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo básicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 630 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de intensidad (devanados de protección, medida), relés de protección, etc.	1,00	34.450,00	34.450,00
3.5	Celda blindada para protección de transformador de SS.AA. 36 kV, en armario metálico prefabricado normalizado y homologado, con embarrado de 2.000 A, conteniendo basicamente en su interior, interruptor automático de corte en SF6, de 630 A, 25 kA, seccionador (con puesta a tierra), transformadores de	1,00	37.000,00	37.000,00
3.6	Baterías de condensadores de 30 kV de 6 MVAr, en cabina metálica blindada, tipo exterior, conectados en doble estrella, con protección para sobretensiones y sobreintensidades.	1,00	35.750,00	35.750,00
3.7	Transformador de S.S.A.A. de relación 30/0,420 kV. de 160 kVA de potencia, con grupo de conexión Dyn11, de aislamiento seco, para montaje en interior.	1,00	15.600,00	15.600,00
3.8	Reactancia de puesta a tierra 30kV - 500 A y demás material adicional para su conexión como seccionadores, transformadores de intensidad, relés de protección, etc..	1,00	29.900,00	29.900,00
3.9	Pararrayos autoválvulas unipolar de Uc=24kV, Ur=30kV, Intensidad de descarga 10 kA, cl.2. Se incluye contador de descargas.	3,00	1.300,00	3.900,00
3.10	Aisladores de apoyo barras salida trafo, 36 kV	3,00	520,00	1.560,00
3.11	Transformador de intensidad toroidal, instalado en p.a.t. reactancia, 0,6/1 kV,	4,00	325,00	1.300,00
3.12	Seccionador unipolar desconexión reactancia, 36 kV, 630 A, intensidad límite	3,00	585,00	1.755,00
	Total Aparamenta 30 kV (Euros)			**540.815,00**

1.4 EMBARRADOS Y CABLEADOS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
4.1	ml. Cable LARL-455	500,00	58,50	29.250,00
4.2	ml. Tubo de aluminio Ø 100/90 para 30 kV.	18,00	71,50	1.287,00
4.3	ml. Tubo de aluminio Ø 120/104 para 220 kV.	93,60	84,50	7.909,20
4.4	ml.Cable RH5Z1 18/30 630 mm2 Cobre	585,00	125,00	73.125,00
4.5	ml.Cable RH5Z1 18/30 240 mm2 Aluminio	75,00	13,00	975,00
4.6	Piezas de conexión y pequeño material.	P.A.	18.200,00	18.200,00
4.7	Conjunto cadenas de aisladores para pórtico.	2,00	7.800,00	15.600,00
	Total Embarrados y Cableados(Euros)			**146.346,20**

1.5 SOPORTES Y ESTRUCTURAS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
5.1	kg. Estructura metálica para soporte de embarrados, aparamenta, y pórticos.	33.000,00	2,80	92.400,00

Total Soportes y Estructuras (Euros) **92.400,00**

1.6 RED DE TIERRAS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
6.1	Cable de cobre desnudo 120 mm2, piezas de conexión a los soportes, soldaduras aluminotérmicas.	P.A.	40.200,00	40.200,00

Total Red de Tierras (Euros) **40.200,00**

1.7 SERVICIOS AUXILIARES

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
7.1	Armario de servicios auxiliares C.A.	1,00	29.900,00	29.900,00
7.2	Armario de medida sin equipos	2,00	1.500,00	3.000,00
7.3	Armario de comunicaciones	2,00	2.500,00	5.000,00
7.4	Armario de F.O	1,00	2.000,00	2.000,00
7.5	Armario SCADA sin equipo	1,00	1.500,00	1.500,00
7.6	Armario RTU	1,00	2.500,00	2.500,00
7.7	Armario UCS	1,00	20.000,00	20.000,00
7.8	Armario de servicios auxiliares C.C.	1,00	13.650,00	13.650,00
7.9	Armario de servicios auxiliares (CI, antiintrusismo)	3,00	2.000,00	6.000,00
7.10	Equipo rectificador-cargador de baterías de 125 V c.c.	2,00	11.700,00	23.400,00
7.11	Grupo Electrógeno 100 kVAs	1,00	8.450,00	8.450,00

Total Servicios Auxiliares (Euros) **115.400,00**

1.8 CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
8.1	Armario de control y protección, con cableado	4,00	42.315,00	169.260,00
8.2	Equipo de medida de exportación no oficial para instalaciones tipo 1, activa 0,2s, reactiva 0,2	4,00	19.500,00	78.000,00
8.3	Remota de Telecontrol	1,00	39.000,00	39.000,00

Total Control, Protección y Medida (Euros) **286.260,00**

1.9 VARIOS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
9.1	Punta Franklin para perturbaciones atmosféricas, de radio de acción de 40 m con mástil autoportante de 20 m.	1,00	8.450,00	8.450,00
9.2	Punta Franklin para perturbaciones atmosféricas, de radio de acción de 40 m	4,00	1.950,00	7.800,00
9.3	Alumbrado del parque, vallado, acabado en general	P.A.	18.000,00	18.000,00
9.4	Sistema de teledisparo	1,00	26.000,00	26.000,00

Total Varios (Euros) **60.250,00**

1.10 OBRA CIVIL

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
10.1	Obra Civil Parque Intemperie y acceso SET.	P.A.	240.000,00	240.000,00
10.2	m2. Edificio de Celdas, Control y Operación	117,15	950,00	111.292,50

Total Obra Civil (Euros) **351.292,50**

1.11 MONTAJE ELECTROMECÁNICO

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
11.1	Montaje electromecánico	P.A.	55.000,00	55.000,00
	Total Montaje Electromecánico (Euros)			**55.000,00**

1.12 PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
12.1	Pruebas y puesta en servicio	P.A.	29.250,00	29.250,00
	Total Pruebas y Puesta en Servicio (Euros)			**29.250,00**

1.13 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
13.1	Presupuesto de Seguridad y Salud Laboral	1	5.287,00	5.287,00
	Total Seguridad y Salud Laboral			**5.287,00**

1.14 PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
14.1	Gestión de los residuos generados en la construcción de la SET, incluye el almacenamiento, servicio de entrega y recogida, tanto de los residuos peligrosos como los no peligrosos, por gestor autorizado.	1	1.952,88	1.952,88
	Total Producción y gestión de residuos			**1.952,88**

1.15 DESMANTELAMIENTO DE LA SE

Núm	Designación	Unidades	P.U.	Total (Euros)
15.1	Presupuesto de desmantelamiento de la SET al acabar su vida útil	1	18.500,00	18.500,00
	Total Desmantelamiento de la SET			**18.500,00**

2. PRESUPUESTO GENERAL

	Borox Sur
1. TRANSFORMADOR DE POTENCIA	1.200.000,00 €
2. APARAMENTA 220 kV	557.185,00 €
3. APARAMENTA 30 kV	540.815,00 €
4. EMBARRADOS Y CABLEADOS	146.346,20 €
5. SOPORTES Y ESTRUCTURAS	92.400,00 €
6. RED DE TIERRAS	40.200,00 €
7. SERVICIOS AUXILIARES	115.400,00 €
8. CONTROL, PROTECCION Y MEDIDA	286.260,00 €
9. VARIOS	60.250,00 €
10. OBRA CIVIL	351.292,50 €
11. MONTAJE ELECTROMECANICO	55.000,00 €
12. PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	29.250,00 €
13. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL	5.287,00 €
14. PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS	1.952,88 €
15. DESMANTELAMIENTO DE LA SET	18.500,00 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL:	**3.500.138,58 €**

El presupuesto de EJECUCIÓN MATERIAL del Proyecto de la Subestación 220/30 kV "Borox Sur" asciende a la cantidad de **TRES MILLONES QUINIENTOS MIL CIENTO TREINTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS (3.500.138,58 €).**

Zaragoza, septiembre de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

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

DOCUMENTO Nº3

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE DOCUMENTO Nº3

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 1

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN 1

3. DATOS GENERALES DE LA OBRA 2

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS 3

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN 3

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO O CENTRO DE TRABAJO PRINCIPAL 3

4.3 INSTALACIONES PROVISIONALES, MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y SUSTANCIAS A UTILIZAR 4

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN 5

5.1 CON CARÁCTER GENERAL 5

5.1.1 Orden y limpieza 5

5.1.2 Trabajos al aire libre 6

5.2 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO 7

5.2.1 Excavaciones 7

5.2.2 Movimientos de tierras: desmontes y terraplenes 8

5.2.3 Cimentaciones 15

5.2.4 Encofrado y desencofrado 21

5.2.5 Trabajos con hierro (ferrallado) 26

5.2.6 Manipulación de hormigón 29

5.2.7 Montaje de elementos prefabricados pesados 32

5.2.8 Albañilería 36

5.2.9 Solados y alicatados 39

5.2.10 Enfoscados y enlucidos 43

5.2.11 Pintura y barnizado 46

5.2.12 Carpintería metálica y de madera 49

5.2.13 Uso de la energía eléctrica 53

5.2.14 Carga y descarga 55

5.2.15 Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado 58

5.2.16 Trabajos en postes (apoyos) metálicos, de madera y hormigón 64

5.2.17 Tendido de tubos y accesorios de protección canalización subterránea 71

5.2.18 Tendido y empalmes de cables 72

5.2.19 Hormigonado, relleno, compactación de zanjas y reposición de pavimento 74

5.3 RELATIVOS A LA MAQUINARIA 77

5.3.1 Maquinaria de movimiento de tierras en general 77

5.3.2 Retroexcavadora 80

5.3.3 Camión basculante 81

5.3.4 Dúmper o autovolquete 82

5.3.5 Grúa autopropulsada 83

5.3.6 Camión grúa 88

5.3.7 Camión hormigonera 91

5.3.8 Compactadora 93

5.3.9 Maquinas herramientas en general....94
5.3.10 Cabestrante de izado....96
5.3.11 Dobladora mecánica de ferralla....96
5.3.12 MESA DE SIERRA CIRCULAR....97
5.3.13 Cortadora de material cerámico (corte húmedo)....98
5.3.14 Compresor....99
5.3.15 Martillo neumático....100
5.3.16 Pequeña compactadora....101
5.3.17 Hormigonera....102
5.3.18 Grupos electrógenos....103
5.3.19 Equipo de soldadura eléctrica....104
5.3.20 Radial....106
5.3.21 Taladro....107
5.3.22 Vibrador....109
5.3.23 Herramientas manuales....109
5.4 RELATIVOS LOS MEDIOS AUXILIARES....112
5.4.1 Andamios en general....112
5.4.2 Andamios tubulares....113
5.4.3 Andamios móviles....113
5.4.4 Andamios de borriquetas....114
5.4.5 Plataforma elevadora autopropulsada....114
5.4.6 Escaleras manuales....117
5.5 RELATIVOS AL ENTORNO....120
6. INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES....120
7. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN....121
7.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA....121
7.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARÍA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA....122
8. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD....125
8.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL....125
8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS....125
8.2.1 Señalización....126
8.3 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES....127
8.3.1 Escaleras manuales en general....127
8.3.2 Escaleras de madera....127
8.3.3 Escaleras metálicas....128
8.3.4 Escaleras de tijera....128
9. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS....129
9.1 PROMOTOR....129
9.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA....129

9.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN 129
9.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS 130
9.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS 131
10. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA 132
10.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 132
10.2 ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA 132
10.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA 132
10.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA 133
11. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA 134
11.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA 134
11.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN 134
11.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN 135
12. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE 136
12.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA 137
12.2 BOTIQUÍN 137
12.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS 137
13. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES 139
14. SERVICIOS HIGIÉNICOS 140
15. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 141
16. VIGILANCIA DE LA SALUD 142
17. RECURSOS PREVENTIVOS 143
18. MEDICIONES Y PRESUPUESTO 145
18.1 CAPÍTULO I: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 145
18.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES COLECTIVAS. 145
18.3 CAPÍTULO III: SEÑALIZACIÓN. 145
18.4 CAPÍTULO IV: INSTALACIONES PROVISIONALES. 145
18.5 CAPÍTULO V: VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS. 146
18.6 CAPÍTULO VI: FORMACIÓN EN OBRA 146
18.7 RESUMEN CAPÍTULOS 146
19. ANEXOS 166
19.1 LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA 166
19.2 ACTA DE ACEPTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS 167

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

De acuerdo con lo estipulado en el R.D. 1627/97 de 24 de octubre sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, la redacción de Estudio de Seguridad y Salud tendrá carácter obligatorio cuando en las obras a que se refiere el proyecto de referencia se dé alguno de los siguientes supuestos:

a) Que el presupuesto de ejecución material de la obra por contrata sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

b) Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleando en algún momento a más de 20 trabajadores.

c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores sea superior a 500.

d) Que se trate de obras de túneles o galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En este estudio se dan las directrices básicas a las empresas constructoras para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su trabajo bajo el control de la dirección del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud o en su defecto de la Dirección Facultativa de acuerdo con el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y de Salud en las obras de construcción.

Dicho estudio deberá formar parte del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra.

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, es la obra por título **Subestación Eléctrica 220/30kV "Borox Sur",** así como a todo el personal que va a intervenir en la misma.

3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra **Subestación Eléctrica 220/30kV "Borox Sur"**, son los que a continuación se indican:

Datos Generales:

Promotores .....ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.U.

Situación de la obra..... T.M. de Borox (Toledo)

Plazo de ejecución..... 10 meses

Número total de trabajadores en obra 13

4. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS QUE SE REQUIEREN

En la subestación objeto del presente proyecto se transforma la tensión, de 30 kV a 220 kV, de la energía que llega de la planta fotovoltaica "FV Los Pradillos – Zona Carranque". A su vez, a la subestación llegará una línea aéreo subterránea de alta tensión a 220 kV, objeto de otro proyecto, cuyo objetivo será evacuar la energía generada por la planta fotovoltaica "FV Los Pradillos – Zona Cobeja". El total de la energía se evacuará a través de una línea aéreo subterránea de alta tensión a 220 kV que se conectará a la SE "Colmenar Fuencarral 220 kV". Se pueden distinguir dos partes bien diferenciadas. Una de obra civil, correspondiente a la excavación y relleno de las necesarias cimentaciones para la subestación, la construcción del edificio de control y la adecuación de los caminos de entrada al recinto. Y otra de montaje electromecánico, donde se instala la aparamenta eléctrica y una parte de control, protección y medida. Todo trabajo en instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá efectuarse preferentemente sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran.

En caso de ser necesaria la realización de trabajos en tensión y/o en proximidad, se elaborará un plan específico para ello, en el que se identifiquen las distintas fases de la obra en las cuales se van a realizar trabajos en proximidad y/o en tensión y se incluyan los correspondientes procedimientos de trabajos a aplicar (según R.D. 614/2.001).

Resumidamente, podemos distinguir las siguientes actividades principales:

- Replanteo.
- Ejecución y/o acondicionamiento de accesos.
- Movimiento de tierras, explanación y nivelación del terreno.
- Excavaciones y cimentaciones.
- Realización de las zanjas para la red de tierras.
- Realización de las atarjeas exteriores para el paso de cableado de control y potencia con tapas de hormigón.
- Realización del vallado perimetral.
- Acopio y manipulación de materiales.
- Transporte de materiales y equipos dentro de la obra.
- Montaje de estructuras e instalaciones y maniobras de izado.
- Conexionado de equipos eléctricos.
- Acabados.

Más adelante se analizarán los riesgos previsibles inherentes a los mismos, y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO O CENTRO DE TRABAJO PRINCIPAL

El montaje de la infraestructura eléctrica objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, está situada en el término municipal de Borox, Toledo. La climatología de la zona es de tipo mediterráneo continentalizado, con inviernos largos y fríos y veranos cortos, calientes y despejados, además de un fuerte contraste entre la temperatura durante el día y la noche.

4.3 INSTALACIONES PROVISIONALES, MAQUINARIA, MEDIOS AUXILIARES Y SUSTANCIAS A UTILIZAR

Las instalaciones provisionales utilizadas en la realización de los trabajos constarán de una zona vallada en la que ubicarán los siguientes servicios: oficinas, servicios, contener y zona de acopio

La energía eléctrica necesaria para la alimentación de los equipos será proporcionada por grupos electrógenos portátiles.

No obstante, en caso de ser necesario alguna de ellas, se realizará cumpliendo escrupulosamente con la reglamentación vigente que les aplique.

Maquinaria pesada

- Retroexcavadora.
- Camión basculante.
- Dumper o autovolquete.
- Camión hormigonera.
- Grúa autopropulsada.
- Camión grúa.
- Rulo o compactadora.

Máquinas herramienta

- Grupos electrógenos.
- Compresor.
- Martillo neumático.
- Hormigonera.
- Pequeña compactadora.
- Cabestrante de izado.
- Dobladora mecánica de ferralla.
- Mesa de sierra circular.
- Cortadora de material cerámico.
- Equipo de soldadura eléctrica.
- Radial.
- Taladro.
- Vibrador.
- Herramientas manuales.

Medios auxiliares

- Andamios.
- Plataforma elevadora autopropulsada.
- Escaleras manuales.

5. ANÁLISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE PROTECCIÓN

5.1 CON CARÁCTER GENERAL

5.1.1 Orden y limpieza

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques con objetos inmóviles.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.

Medidas preventivas

- Eliminar diariamente todos los desechos y cualquier otra clase de suciedad del suelo o de las instalaciones, depositándolos en recipientes adecuados y colocados en los mismos lugares donde se generen los residuos. Si los desechos son fácilmente inflamables, es necesario utilizar bidones metálicos con tapa para evitar la propagación de incendios.
- Eliminar y controlar las causas que contribuyen a que los materiales o los residuos se acumulen.
- Guardar adecuadamente el material y las herramientas de trabajo en función de quién, cómo, cuándo y dónde ha de encontrar lo que busca. Habituarse a poner cada cosa en su lugar y a eliminar lo que no sirve de manera inmediata.
- Recoger las herramientas de trabajo en soportes o estantes adecuados que faciliten su identificación y localización.
- Asignar un sitio para cada "cosa" y procurar que cada "cosa" esté siempre en su sitio. Cada emplazamiento estará concebido en función de su funcionalidad y rapidez de localización.
- Delimitar las zonas de trabajo, ordenar y marcar la ubicación de las cosas utilizando señales normalizadas y códigos de colores.
- No usar disolventes inflamables ni productos corrosivos en la limpieza de los suelos. Las operaciones de limpieza no deben generar peligros.
- Implicar al personal del puesto de trabajo en el mantenimiento de la limpieza del entorno y controlar aquellos puntos críticos que generen suciedad. Para ello, se deben aportar los medios necesarios (contenedores, material de limpieza, equipos de protección, etc.).
- No apilar ni almacenar materiales en áreas de paso o de trabajo; hay que retirar los objetos que obstruyan el acceso a estas zonas y señalizar las vías de circulación.

5.1.2 Trabajos al aire libre

Riesgos

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Accidentes causados con seres vivos.
- Atropello o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: estrés térmico.
- Fatiga visual.
- Accidentes de Tráfico.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Impermeable.

Medidas preventivas

Protección contra el calor

- Beber abundante agua u otro líquido no alcohólico y tomar abundante sal en las comidas.
- Mantener la piel lo más limpia posible para favorecer la transpiración.
- Cubrir la cabeza con un sombrero o gorra.
- Realizar breves descansos cada dos horas, consumiendo algún alimento y bebiendo agua.
- Evitar, en la medida de lo posible, las faenas en las horas centrales del día.

Protección contra el frío

- Utilizar ropa y calzado adecuados, proteger las manos con guantes y usar un pasamontañas si es necesario. En caso de humedad elevada o lluvia, se utilizarán prendas y calzado impermeables.
- Incrementar el consumo de líquidos por pérdida de los mismos. Es aconsejable tomar bebidas templadas, dulces y evitar el consumo de alcohol.
- La dieta ha de ser equilibrada y suficiente para contrarrestar el gasto derivado del esfuerzo físico.
- Evitar, en la medida de lo posible, posturas estáticas y especialmente forzadas.

Protección en caso de fuerte viento y tormentas

- Evitar situarse debajo o cerca de árboles, postes y sobre todo de tendidos eléctricos para evitar el riesgo de electrocución en el caso de rayos o aplastamiento en caso de fuerte viento.

- No cobijarse en cuevas húmedas ni junto a cursos de agua o cercas de alambre. Cobijarse en cabañas o chozas cerrando puertas y ventanas, cobijarse en masas densas de árboles o dentro de un automóvil.
- No circular con el tractor ni sobre una caballería. Evitar los lugares elevados.
- Si se encuentra en un descampado, y si es posible, tiéndase en el suelo y cúbrase con un plástico hasta que escampe.

5.2 RELATIVOS AL PROCESO CONSTRUCTIVO

5.2.1 Excavaciones

Riesgos

- Caídas al mismo distinto nivel
- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

Medidas preventivas

- 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 intentará no trabajar en el interior de las excavaciones, y si se tiene que trabajar en su interior, se entibarán o ataluzarán todas las excavaciones de profundidad igual o superior a 1,3 m (para un terreno estándar) y todas las que se observen en terreno inestable a cualquier profundidad, de manera que se garantice la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo algún trabajo en el interior.
- Se señalizarán 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 en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas de señalización y/o contención dependiendo del entorno, 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 sobrepasen 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 sólo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir el cual será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.
- Se seguirán las indicaciones descritas en la NTP 278: Zanjas. Prevención del desprendimiento de tierras.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

5.2.2 Movimientos de tierras: desmontes y terraplenes

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (sobrecargas en bordes de excavación, inexistencia de taludes, filtraciones de agua, excavación bajo el nivel freático).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (objetos suspendidos con grúas, materiales transportados en camiones).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de la maquinaria sin proteger).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (elevación o transporte de personas, caída de máquinas al interior de la excavación).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (lumbalgias por posturas inadecuadas en el uso de herramientas).
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos (contacto de maquinaria con líneas eléctricas enterradas o aéreas, falta de señalización de la ubicación de líneas enterradas).
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (ambiente con exceso de polvo).

- Incendios (por inadecuado almacenamiento del combustible, por rotura de conducciones enterradas).
- Accidentes causados por seres vivos (presencia de parásitos e insectos).
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables en trabajos en terrenos anegados.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Protector auditivo (para operadores de maquinaria u operarios que trabajen en su proximidad).
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

Previo a los trabajos

- En todos los casos se llevará a cabo un estudio previo del terreno para conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de corte del terreno.
- Es conveniente el vallado de todo el perímetro con el fin de aislar la obra del exterior de la misma, evitando así la intrusión de personas ajenas a la obra.
- Previamente al comienzo de los trabajos se estudiará las repercusiones del movimiento de tierras en las áreas colindantes y se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, tomando las medidas oportunas en su caso.

Acopio de material

- Se impedirá el acopio excesivo de tierras al borde de la excavación, con el fin de evitar las sobrecargas, debiéndose guardar una distancia del borde de la excavación igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso en que esa distancia será, por lo menos, igual a la profundidad de la excavación.

Señalización

- Se señalizará mediante red-malla de plástico, o en su defecto cinta (amarilla-negra) o método similar la existencia de taludes, siendo conveniente que se realice a unos 2 m del borde, para evitar la aproximación excesiva de maquinaria pesada que pueda producir un desprendimiento o incluso la caída de la máquina.

Protección colectiva

- Las áreas de trabajo en los que el avance de la excavación determine riesgo de caída en altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0.9 m de altura, siempre que se prevea circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.

Caída en altura

- Los trabajos realizados por trabajadores al borde del vaciado, se efectuarán con ayuda de cinturones de seguridad amarrados a puntos fuertes previamente dispuestos.
- Con el fin de no provocar desniveles que pudieran originar caídas, el relleno progresará por igual en todos los puntos de la zona de trabajo.

Accesos

- Para el acceso a la excavación se utilizarán preferentemente escaleras. Nunca se emplearán para tal fin elementos de la propia entibación o el tránsito por los taludes.

Desplomes

- Los trabajos junto a taludes de dudosa estabilidad se paralizarán hasta el entibado adecuado de los mismos.
- Asimismo, se evitará el trabajo junto a entibaciones o apuntalamientos de cuya resistencia no se tenga seguridad, reforzándolos previamente a la continuación de los trabajos.
- En taludes de terrenos con poca cohesión cuya entibación no sea posible, se colocarán, para la afirmación de los mismos, redes tensas o mallazos electrosoldados con gutinado posterior, como medidas alternativas.
- Los frentes de trabajo se sanearán siempre que existan bloques sueltos o zonas inestables.
- El ángulo de inmovilización de los taludes será inferior al del talud natural del terreno.

Vuelco de máquinas o vehículos

- Los accesos de vehículos y maquinaria al fondo de las excavaciones se realizarán a través de rampa de anchura no inferior a 4,5 m y una pendiente no superior al 12% en tramos rectos y al 8% en tramos curvos.
- En operaciones de descarga o vertido será necesario el auxilio de una persona experta.
- Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.
- Está prohibido utilizar la cuchara de la máquina como freno.

- Cuando sea necesario transportar la pala por pendientes con el cazo lleno se hará marcha atrás y éste estará a ras de suelo.
- Se colocarán topes para vehículos en aquellos lugares previstos para el vertido de escombros.
- Se preverá un sistema de evacuación de aguas para prevenir el exceso de aguas provenientes del nivel freático o de lluvias. Dicha evacuación se podrá efectuar igualmente mediante bombas de achique de aguas.

Caída de objetos desprendidos

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Una vez colmados los camiones de transportes de tierras, dichas tierras serán tapadas mediante lonas o redes mosquiteras para impedir la caída de dicho material durante su transporte a vertedero.
- El vertido de material de relleno no se efectuará hasta tener la seguridad de que ningún operario, medio de ejecución o instalación provisional queden situados en la trayectoria de caída.

Atropellos o golpes con vehículos

- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, especialmente cuando exista un alto tránsito de máquinas y personal de a pie.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública contarán con un tramo horizontal de terreno consistente de longitud no menor de 6 m.

Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada deberá disponer de sus resguardos debidamente colocados en evitación de atrapamientos por órganos móviles de trasmisión o contactos térmicos.

Exposición a sustancias nocivas o tóxicas

- Además del riego de agua necesario para la compactación del material, se regará en los lugares y momentos precisos para evitar la formación de polvo.

Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < V_f ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Revisión

- Se realizará una inspección visual de los distintos elementos del desmonte o terraplén tales como apuntalamientos, apeos, movimientos producidos por empujes del terreno, desprendimientos en coronación de taludes, etc.
- Se extremarán las precauciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.

Entibación

- Se toma la profundidad de 1,3 m como referencia para empezar a tomar medidas específicas (siendo necesario tomar entibar aunque no se llegue a los 1,3 m en el caso de terrenos sueltos o poco consistentes, como referencia se tomarán medidas a partir de 0,8 m).
- El ancho de la zanja deberá facilitar el movimiento del operario en el interior de la misma.
- Toda entibación, por sencilla que sea, deberá ser realizada y dirigida por personal competente y con la debida experiencia.
- No deben retirarse las medidas de protección de una zanja mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,3 m bajo el suelo.

- No se dejará en el fondo una altura de más de 70 cm sin elementos de sustentación del terreno.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación.
- Los codales, o elementos de la misma, no se usarán para ascender o descender, ni se usarán para la suspensión de conducciones ni cargas.
- Aun cuando los paramentos de la excavación sean aparentemente estables, se entibará siempre que se prevea el deterioro del terreno, como consecuencia de una larga duración de la apertura.
- En general las entibaciones, o partes de estas, se quitarán sólo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, empezando por la parte inferior.
- Los codales no deben entrar a excesiva presión, sino que su colocación se realizará mediante cuñas.
- En la entibación de zanjas de cierta profundidad y especialmente cuando el terreno es flojo, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 m.
- La tablazón de revestimiento de la zanja debe ir provista de un rodapié, o sobresalir del nivel superior del terreno un mínimo de 15 cm, a fin de evitar la caída de materiales en la excavación.
- Se realizarán calas y estudio del terreno para decidir cuál es el sistema de protección pertinente, tales como: talud natural, talud de descarga, sistemas de entibación tradicionales (entibación ligera, semicuajada o cuajada) o sistemas de entibación con módulos metálicos (paneles o tablestacas).
- El tipo de entibación a emplear vendrá determinado por la naturaleza del terreno, por la existencia o no de solicitaciones y por la profundidad del corte. Como referencia en el caso de zanjas de profundidad menor de 7 m, anchura menor de 2 m, nivel freático inferior a la profundidad o rebajado y en terrenos no rocosos ni blandos o expansivos, el tipo de entibación será:

Elección del tipo de entibación

Tipo de terreno	Solicitación	Profundidad P del corte en m.			
		< 1,30	1,30-2,00	2,00-2,50	> 2,50
Coherente	Sin solicitación	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Solicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
	Solicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

- Entibación no necesaria en general

Cortes sin entibación: taludes.

- Para profundidades inferiores a 1,3 m en terrenos coherentes y sin solicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.
- Para profundidades mayores el adecuado ataluzado de las paredes de excavación es una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.
- Mediante la siguiente tabla, se determinará la altura máxima admisible en metros de taludes libres de solicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación del talud respecto al suelo ß no mayor de 60º y de la resistencia compresión del terreno.

TIPO DE TERRENO	ANGULO DEL TALUD ß	Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm2				
		0,25	0,375	0,5	0,625	>0,750
Arcilla y limos muy plásticos.	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media.	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas.	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00
		(ALTURA MÁXIMA EN METROS)				

- Para ángulos comprendidos entre 60º y 90º (talud vertical), sin solicitación de sobrecarga y sin entibar podrá determinarse la altura máxima admisible mediante la tabla siguiente:

Resistencia a compresión simple Ru en Kg/cm2	Peso específico aparente γ en g/cm3				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	4,00	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,45	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,95	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
$\geq$ 1,200	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

- Como medida de seguridad contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,3 m.

- El corte de terreno se considerará solicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la solicitación sea mayor o igual a los valores "S" de la siguiente tabla:

Tipo de solicitación	Angulo de talud	
	ß>60	ß<60
Cimentaciones	D	D
Vial o acopio equivalente	D	D/2

Siendo "D" la altura entre el punto de apoyo de la solicitación y la base de la zanja.

5.2.3 Cimentaciones

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (acopio inadecuado de materiales en el borde de la excavación, deslizamiento de tierra, fallo por entibaciones o apuntalamientos defectuosos).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas (cortes con sierra circular).
- Proyección de fragmentos o partículas (durante las tareas de corte de material, durante el vertido de hormigón).
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger, por hundimiento o caída de encofrados, con el cierre de la tolva de hormigonado).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos (con el líquido impermeabilizante a alta temperatura).
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas (manipulación de compuestos de cemento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección.
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Cinturón antivibratorio.
- Mascarillas adecuada para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

Previo a los trabajos

- Previamente al comienzo de los trabajos se gestionará ante las compañías suministradoras de electricidad, agua, gas, etc., información acerca de la existencia o no de tales servicios, para así poder resolver las posibles interferencias.
- El personal encargado del vertido de hormigón tendrá la capacidad y formación necesaria para dichas tareas, tanto si se trata de hormigonado por bombeo, por cubos suspendidos de la grúa o desde camión hormigonera.

Orden y limpieza

- Para evitar caídas, torceduras, etc. es importante mantener el orden y la limpieza del lugar de trabajo mediante la recogida y retirada de escombros procedentes de derribos, restos de madera de desencofrado, etc.

Señalización

- Se acotará el perímetro de la planta baja (con malla naranja en la zona exterior e interior), siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos, definiendo las vías de acceso necesarias y protegiendo estas con tejadillos o marquesinas.

Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Cuando exista necesidad de salvar zanjas, se hará uso de pasarelas de anchura mínima 60 cm y con barandillas laterales a 90 cm y listón intermedio cuando la profundidad sea mayor de 2 m.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.

Caída en altura

- Siempre que la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,5 m, se colocarán escaleras que tendrán una anchura mínima de 0,5 m y una pendiente no superior a 1:4.
- Las escaleras de mano deberán utilizarse y cumplir con lo dispuesto en el apartado de "Análisis de riesgos y medidas de protección relativos a los medios auxiliares", por lo que: se colocarán de forma que su punto más alto supere en al menos 1 m la plataforma de desembarco, deberán tener zapatas antideslizantes y estar amarradas en su parte superior o punto de apoyo.
- Una vez montados los encofrados se comprobará la perfecta estabilidad de los mismos, así como el estado de los puntales, antes de permitir a nadie el acceso a los mismos.

Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.
- Si los elementos almacenados son susceptibles de desplazarse, como es el caso de los tubos y similares, es necesario calzarlos, para evitar así movimientos indeseados de materiales.
- Los productos de la excavación que no se lleven a vertedero o los materiales a incorporar, se colocarán a una distancia de borde, igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta, salvo en el caso de excavación en terreno arenoso, en que esta distancia será por lo menos igual a la profundidad de la excavación.

Desplomes

- En la entibación o refuerzo de las excavaciones se tendrá en cuenta la sobrecarga móvil que pueda producir sobre el borde de estas la circulación de vehículos o maquinaria pesada.

Caída de objetos desprendidos

- Los laterales de la excavación se sanearán, antes del descenso del personal, de piedras o cualquier otro material suelto o inestable, ampliando esta medida a las inmediaciones de la excavación, siempre que se adviertan elementos sueltos que pudieran ser proyectados o rodar al fondo de la misma.
- Siempre que el movimiento de vehículos pueda suponer peligro de proyecciones o caída de piedras u otros materiales sobre el personal que trabaja en las cimentaciones, se dispondrán a 0,6 m del borde de estas un rodapié de 0,2 m de altura mínima.

Izado de cargas

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Antes de izar cargas con la grúa se comprobará que dichas cargas están perfectamente aseguradas para evitar caídas imprevistas. Asimismo, se comprobará que los cables de la grúa no están deteriorados o deformados, procediendo a su sustitución en caso contrario.

- Para el transporte aéreo de elementos longitudinales se hará uso de eslingas y balancín, para así mantener la carga perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Los elementos longitudinales (camisas, armaduras, etc.), en suspensión vertical, se dirigirán mediante sogas atadas al extremo libre y nunca directamente con las manos.
- No se usarán los flejes como asideros de carga.

Atropellos o golpes con vehículos

- Se establecerán caminos distintos para acceso a la obra de vehículos y personas, debiendo estar perfectamente señalizados. Cuando necesariamente hayan de ser comunas se delimitará los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- No deberá haber nunca personal de la obra trabajando en las zonas de alcance de la maquinaria para evitar golpes, atropellos, atrapamientos e incluso el exceso de ruido producido por la máquina.
- Se deberán evitar los trabajos sobre superficies embarradas por el posible deslizamiento o vuelco de la maquinaria.
- Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
- No se permitirá la elevación o transporte de personas en máquinas no diseñadas expresamente para ello. Está prohibido específicamente el transporte de trabajadores en el interior de cazos o cucharas.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.

Vuelco de máquinas o vehículos

- Las maniobras de aproximación de vehículos pesados al borde de la excavación serán dirigidas por un auxiliar. Siempre que no existan topes fijos se colocarán calzos a las ruedas traseras antes de iniciar la operación de descarga.
- Toda la maquinaria a emplear deberá disponer de cabinas o pórticos de seguridad, debiendo hacer uso el maquinista del cinturón de seguridad del vehículo.

Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada en el tajo deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas (resguardos).

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Los vibradores de hormigón deberán estar disponer de una adecuada puesta a tierra.
- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:
-

Tensión entre fases (kV)	Distancia mínima (m)

≤ 66	3
66 < V_f ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Las mangueras eléctricas se colocarán amarradas a postes y circularán a cierta altura sobre el terreno (2 m sobre lugares peatonales y 5 m en los de vehículos), para evitar que puedan ser pisadas por personas o vehículos. Si ello no fuera viable se protegerán los cables en su intersección con las vías de circulación de vehículos mediante elementos resistentes como rasillas, tejadillos, etc.

Ruido

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

Pilotes

- El personal de pilotar será perfecto conocedor del sistema de pilotaje elegido, así como de la maquinaria empleada, debiendo estar dirigidos por un mando especializado.
- No se permitirá la presencia de personal ajeno a estos trabajos durante la ejecución de los pozos. Para ello se acordonará con banderolas o cinta la zona circundante.
- Cuando se deban alcanzar profundidades superiores a 2 m se cercará el lugar de perforación a una distancia prudencial entorno al pilote, mediante barandilla rígida (ferralla, maderas, vallas peatonales, etc.).
- Los pozos excavados y en espera de ser hormigonados, permanecerán protegidos con barandillas rígidas en tanto persista el riesgo de caída.
- El acceso a los pozos se hará siempre a través de escaleras de mano metálicas de suficiente longitud y con taco antideslizante en su base.
- Siempre que el pilote rebase la superficie del terreno y sea preciso su descabezado, se protegerá convenientemente la armadura.
- El maquinista de la máquina de pilotaje usará en todo momento el cinturón antivibratorio que deberá tener a su disposición.
- Durante la operación de excavación con la máquina de pilotaje, los operarios de a pie estarán situados a una distancia prudencial de la misma, en prevención de resultar afectados por una eventual proyección de partículas o materiales.

Muros

- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiará la posible alteración en la estabilidad en áreas próximas a consecuencia de los mismos, para tomar las medidas oportunas.
- En la excavación se evitará en lo posible el uso de medios manuales.
- Siempre que no se pueda dar a los laterales de la excavación talud estable se entibará.
- Cuando las zanjas de los cimientos tengan una profundidad superior a 1,5 m se dispondrán escaleras distanciadas 25 m como máximo.
- Siempre que se trabaje simultáneamente en distintos niveles se adoptarán las precauciones necesarias para la protección de los trabajadores ocupados en los niveles inferiores.
- En las operaciones de desencofrado se tomará la precaución de acotar las áreas donde podrían caer los tableros u otros elementos en previsión de accidentes.
- Los materiales procedentes de desencofrados se apilarán a distancia suficiente de las zonas de circulación y trabajo. Se quitarán de la madera los clavos salientes.
- En muros elevados, durante el ferrallado, los trabajadores estarán provistos de cinturón de seguridad y en el tajo se dispondrá de escaleras metálicas manuales y módulos de andamios con plataforma de trabajo y protección perimetral adecuadas al trabajo a desarrollar en el momento.
- Siempre que el procedimiento constructivo lo permita, se colocarán las plataformas de trabajo con sus correspondientes protecciones en los paneles de encofrado, antes de que estos sean colocados para el posterior hormigonado del muro.
- Siempre que sea obligado trabajar en altura sin protección de barandilla, andamio o dispositivo equivalente, será obligatorio el uso del arnés de seguridad, cuyos puntos de enganche se habrán establecido previamente.
- En las operaciones de impermeabilización el transporte de líquidos a alta temperatura se realizará en recipientes que no se llenarán más de 2/3 de su capacidad.
- Igualmente, el vertido de dichos líquidos se realizará con precaución para evitar derrames accidentales y salpicaduras.

Pantallas

- Previamente a la iniciación de los trabajos se estudiará la posible influencia de los mismos en la estabilidad de edificaciones próximas.
- Para el acceso de vehículos a la zona de trabajo se construirán rampas procurando que su pendiente no sea superior al 8%.
- Cuando el acceso de peatones al tajo haya de realizarse obligadamente por la rampa para vehículos se delimitará el mismo por medio de vallas, aceras o medios equivalentes.
- En el caso de utilización de lodos bentoníticos, se estudiarán los puntos conflictivos por donde pasarán las tuberías de aprovisionamiento de lodos y se preverán fosos de acopio del lodo debidamente protegidos.
- Igualmente se revisará periódicamente el correcto funcionamiento del filtro del silo de almacenamiento, así como la cimentación del depósito de lodos.

Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Se observará periódicamente la superficie superior del talud en especial después de periodos de lluvia para controlar la posible aparición de grietas que puedan significar un próximo desequilibrio del mismo. Si fuese preciso se dispondrán testigos o sistemas de medida que faciliten la observación.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.
- Las cadenas, cables, ganchos, cuerdas y demás aparejos de izar se revisarán periódicamente para asegurar el buen estado de los mismos.

5.2.4 Encofrado y desencofrado

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (desde el borde de encofrado de forjados, por huecos en forjados, a través de bovedillas a la planta inmediata inferior).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (mal apilado de materiales).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).

- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Para evitar la pisada sobre objetos punzantes resulta fundamental mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo, debido a la gran cantidad de restos de desencofrado que en muchos casos aún tienen las puntas clavadas.
- No se deberán dejar nunca clavos en la madera (se extraerán o remacharán), salvo que ésta quede acopiada en lugar donde nadie pueda pisar.
- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.
- Se mantendrá el lugar de trabajo libre de escombros y restos de materiales que entorpezcan el paso de vehículos o personas.

Señalización

- Se acotará el perímetro de la planta baja (con malla naranja en la zona exterior e interior) definiendo las vías de acceso necesarias y protegiendo estas con tejadillos o marquesinas.

Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Las horcas y redes de protección se colocarán a partir del primer forjado ejecutado y se izarán antes de la ejecución de pilares de la última planta hormigonada, izando previamente la red y anclándolo al forjado superior y posteriormente elevando las horcas.
- Si no se realiza el entablado cuajado se montarán redes horizontales en:

  a) Crujías previo a la colocación de viguetas y bovedilla (en forjado tradicional).
  b) En apeos antes de la colocación de los casetones recuperables (en forjados reticulares).

- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).

Caída en altura

- En los fondos de las losas de escalera se clavarán listones atravesados para facilitar el acceso a plantas superiores y así lograr un tránsito más seguro.
- Una vez montados los encofrados se comprobará la perfecta estabilidad de los mismos, así como el estado de los puntales, antes de permitir a nadie el acceso a los mismos.
- Para la ejecución de encofrados de pilares se utilizarán medios auxiliares adecuados (castilletes protegidos). Nunca se trepará por los encofrados para el desenganche o colocación de los mismos.
- El acceso a encofrados de jácenas y vigas se hará con escalera de mano metálica. Cuando la altura sea superior a 3 m se recomienda usar andamios-escalera.
- Para la ejecución de los forjados se utilizarán preferentemente el entablado cuajado que elimina en gran medida el riesgo de caída en altura durante la colocación de vigueta y bovedillas o casetones recuperables. Si bien se pondrá atención al andar sobre los tablones, procurando pisar siempre en la unión entre dos.

Equipo de protección individual

- Además de las protecciones colectivas, para el encofrado de jácenas y pilares exteriores, los encofradores utilizarán arnés de seguridad.

Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

Incendios

- En época de frío y ante la necesidad de hacer fuegos, se evitarán éstos directamente sobre los forjados o en la proximidad de materiales combustibles, utilizando para tal fin recipientes aislados.

Desplomes

- Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asentamientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, las debidas a la compactación de la masa.
- Todos los puntales se colocarán sobre durmientes de tablón, bien nivelados y perfectamente aplomados.
- Cuando se coloquen puntales inclinados, se acuñará el durmiente de tablón, nunca el puntal. En estos casos se habrá de tener en cuenta el exceso de carga sobre el punto de apoyo de los puntales. Los puntales inclinados irán siempre arriostrados a puntales verticales.
- Es necesario realizar el hormigonado tratando de no desequilibrar las cargas que van a recibir los puntales, para lo cual se deberán tener en cuenta los ejes de simetría.

- Una vez los puntales entren en carga no podrán aflojarse ni tensarse y si por cualquier razón se viera en alguno de los puntales que trabaja con exceso de carga, se colocarán a su lado otros que absorban el exceso de carga sin tocar para nada el sobrecargado.
- Procurar no usar nunca los puntales a su altura máxima y en caso de que las necesidades de la obra obliguen a ello, estos puntales se deberán arriostrar transversalmente en las dos direcciones, utilizando para ello las abrazaderas que suministran las casas proveedoras.
- El montaje de sopandas y estructuras soporte de tableros para el encofrado de forjados, se realizará con todos los elementos necesarios, comprobando cangrejos, pasadores, camones y se desechará cualquier tablero, puntal, sopanda que presente evidencias de deterioro.
- No se golpearán las sopandas colocadas ya que esto puede dar lugar a que salten los anclajes.
- En general para la ejecución de forjados de una altura superior a 5 m se recurrirá a cimbras o estructuras tubulares modulares, para asegurar un perfecto arriostramiento, evitando siempre los dobles apuntalamientos.

Caída de objetos desprendidos

- Antes de proceder al vertido de hormigón se comprobará que el encofrado forma un conjunto estable.
- Se desecharán lo materiales (maderas, puntales, etc.) que se encuentren en mal estado.

Izado de cargas

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- El izado de material a los forjados se efectuará mediante bateas en cuyo interior se dispondrán los materiales a izar perfectamente inmovilizados, o bien eslingado las cargas de dos puntos como mínimo.
- Al recibirlas en planta se pondrá especial atención y se evitará guiarlas manualmente hasta que no se depositen en el forjado.
- Los tableros se izarán en bateas emplintadas o de forma que se asegure su estabilidad y no exista posibilidad de caída o desplome de los mismos.

Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada, y en especial la de confección de tableros y paneles (sierra, cepillo, etc.), deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Ruido

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

Encofrado de muros

- Cuando la altura del encofrado sea inferior a 4 m, los paneles se montarán con todos sus elementos en el suelo, previo a su izado y colocación.
- Cuando la altura del encofrado sea superior a 4 m, las uniones entre paños, retirada de eslingas, arriostramientos, etc., se realizarán con plataforma elevadora, con andamio tubular fijo o móvil, con plataformas de trabajo acopladas a paneles o con arnés de seguridad (con dispositivo anticaída enrollador, adaptando el cable de seguridad en la parte superior del panel para facilitar movimientos horizontales), siempre en este orden de preferencia.
- Los empalmes entre los paneles se realizarán previo arriostramiento de los paños anteriores, utilizando escaleras de mano debidamente aseguradas.
- Se preverá un sistema de sujeción de los tableros o paneles que evite su vuelco (apuntalamiento, etc.) y no se desengancharán de la grúa hasta que no esté asegurada dicha estabilidad.
- Se pondrá especial atención en la colocación de los paneles para evitar atrapamientos. Nunca se guiarán manualmente.
- El acceso a las plataformas se realizará con andamio con escalera incorporada, con escaleras incorporadas a la plataforma, con escaleras con aros incorporada al panel o bien con escalera de mano si la altura es menor de 4 m.

Desencofrado

- El perímetro de la planta baja se mantendrá balizado de forma que se prohíba el paso de operarios bajo zonas de desencofrado.
- Se avisará al resto de los operarios del comienzo de las operaciones de desencofrado.
- La salida de materiales de desencofrado se realizará a través de plataformas de descarga situadas en las plantas sin afectar a las protecciones colectivas.
- El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no se puede desprender la madera, es decir, desde el ya desencofrado.
- Se mantendrán los pasillos de acceso seguros mediante marquesinas de adecuada resistencia.
- El perímetro de las plantas y huecos en forjado donde se realicen los trabajos de desencofrado se protegerán con redes sólidamente sujetas a los forjados superior e inferior, para evitar la caída de personas o materiales.
- La retirada de las redes de simultaneará con la colocación de barandillas resistentes.
- No se desencofrará nunca de espaldas al vacío.
- Al finalizar las operaciones las maderas y puntales se apilarán de modo que no puedan caer elementos sueltos a niveles inferiores.

- Si fuese necesario por el peligro que suponga la acción, los operarios deberán hacer uso de arnés de seguridad fijado a un punto seguro de la estructura.

Revisión

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.5 Trabajos con hierro (ferrallado)

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (mal apilado de materiales).
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (proyección de partículas en operaciones de soldadura u oxicorte).
- Atrapamiento por o entre objetos (con la dobladora, por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes (operaciones de soldadura y oxicorte).

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Prendas para soldadura (yelmo de soldador, manguitos, polainas, guantes y mandiles de cuero).
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Se ubicará un lugar adecuado para el almacenaje del material de ferralla. Este lugar será próximo al taller de ferralla donde se ejecutará el montaje de armaduras.
- Los restos o recortes se recogerán y acopiarán en lugar aparte para su posterior carga y transporte.
- Asimismo, se tendrá la zona de trabajo libre de restos de alambres o clavos mediante barridos periódicos.
- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.

Señalización

- Si el almacenamiento de ferralla pudiera presentar riesgo de tropiezo, golpes por su proximidad a zonas de paso u otros lugares de trabajo, ésta se señalizará utilizando algún distintivo (preferentemente amarillo-negro) en el punto de riesgo.

Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera (sobre las puntas de los redondos, para evitar su hinca en las personas).

Caída en altura

- No se deberá caminar, dentro de lo posible, sobre los fondillos de las vigas. Para el acceso a las mismas, se hará uso de castilletes, andamios sobre ruedas, etc.

- No se circulará pisando directamente sobre la ferralla, se colocarán tableros o tablas de ancho suficiente (mínimo 60 cm) para que se circule por ellas. Estas pasarelas se utilizarán también para el hormigonado.
- Los operarios no treparán por la ferralla, sino que emplearán los medios auxiliares correspondientes: escaleras, andamios, pasarelas, etc.
- En los fondos de las losas de escalera se clavarán listones atravesados para facilitar el acceso a plantas superiores y así lograr un tránsito más seguro.

Equipo de protección individual

- Si es necesario realizar alguna operación de corte con radial u operación de soldadura, se utilizarán gafas antiproyecciones en el primer caso y pantalla de soldador, guantes, polainas y peto de cuero en el segundo caso.

Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.
- Los redondos de acero se acopiarán sobre durmientes de madera y de tal forma que no se permita su deslizamiento, evitando acopios en pilas superiores a 1,5 m.
- El material acopiado se repartirá con el fin de no sobrecargar los forjados, caso de que sea el lugar elegido para el acopio.
- Se deberá mantener una distancia de seguridad entre el acopio o almacenamiento de ferralla y el material eléctrico.

Izado de cargas

- En todo momento de evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Para el transporte aéreo de hará uso de eslingas para coger la ferralla perfectamente equilibrada de dos puntos separados.
- Para desenganchar de la grúa la armadura de los pilares, se usarán torretas o plataformas elevadas, huyendo siempre de trepar por dichas armaduras.
- En la elevación y transporte de los paquetes de ferralla nunca se suspenderán de los latiguillos (alambres) de atado de los propios paquetes, éstos se ahorcarán (rodeando con la eslinga) siempre de dos puntos, formando un ángulo igual o menor a 90º.
- Las armaduras montadas nunca se transportarán en posición vertical (sólo para la ubicación exacta "in situ").

Atrapamientos

- Toda la maquinaria utilizada en el tajo (sierra, dobladora, etc.), deberá encontrarse en perfectas condiciones de funcionamiento y con todas las medidas de protección colocadas.

- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada no se guiará manualmente, sino con sogas en dos direcciones. Una vez colocada en posición, el aplomado ya si se realizará manualmente.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- En las armaduras no se colgarán cables eléctricos ni focos de alumbrado.
- Se evitará siempre la intersección, contacto o atrapamiento de las mangueras eléctricas por la ferralla almacenada o la armadura ya elaborada.
- Se pondrá especial cuidado en la manipulación de elementos metálicos de gran longitud (tubos, redondos de acero, etc.) de manera que no se produzca el contacto con tendidos eléctricos aéreos.

Ruido

- Las fuentes de ruido se situarán lo más alejadas posibles de las personas, haciendo uso de protectores auditivos en caso necesario.

Revisión

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Antes del comienzo diario de los trabajos, se verificará el buen estado de la maquinaria a utilizar (dobladoras, cortadoras, etc.).

5.2.6 Manipulación de hormigón

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos (durante las operaciones de transporte mediante grúa, por rotura de los cables de la grúa).
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos (por órganos móviles de maquinaria sin proteger).
- Sobreesfuerzos.

- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agentes físicos: ruido.
- Exposición a agentes físicos: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad contra impactos.
- Guantes de protección (para las operaciones de vertido de líquido desencofrante).
- Calzado de seguridad con plantilla anticlavos.
- Traje impermeable en ambientes húmedos.
- Botas impermeables.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Al final de la jornada de trabajo se procederá a realizar operaciones de limpieza en las inmediaciones.

Acopio de material

- El material, herramientas y medios auxiliares se distribuirán o acopiarán adecuadamente en lugares previamente establecidos, evitando que se interfieran accesos a zonas de paso y puedan provocar tropiezos.

Protección colectiva

- Siempre que exista riesgo de caída a más de 2 m, se colocará en todo el perímetro de la planta y en los huecos interiores, barandilla rígida a 90 cm, con listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Siempre se montarán y mantendrán perfectamente montadas las protecciones de las plataformas de trabajo y sus cierres laterales.
- En patios interiores y huecos de dimensiones mayores de 2 x 2 m se colocarán redes horizontales ancladas al forjado.

Caída en altura

- El hormigonado de pilares, jácenas, muros y elementos verticales se realizará estando los trabajadores sobre plataformas adecuadas.
- Estas plataformas podrán ser andamiajes fijos o móviles. También existe la posibilidad de que el propio sistema de encofrado permita la colocación de elementos en ménsula como soportes de las pasarelas.
- Éstas en cualquier caso tendrán un ancho mínimo de 0,6 m y contarán con barandillas resistentes formadas por pasamanos a 0,9 m, listón intermedio y rodapié.

Atropellos o golpes con vehículos.

- Durante el retroceso de los camiones hormigonera, nadie permanecerá detrás del mismo, debiendo ser dirigida la maniobra por personal especializado.

Izado de cargas

- En todo momento se evitará que las cargas suspendidas pasen por encima de personas, para lo que es conveniente la formación y el adiestramiento de los operarios encargados de las grúas.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- El izado de material a los forjados se efectuará mediante bateas en cuyo interior se dispondrán los materiales a izar perfectamente inmovilizados, o bien eslingado las cargas de dos puntos como mínimo.
- Al recibirlas en planta se pondrá especial atención y se evitará guiarlas manualmente hasta que no se depositen en el forjado.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.
- Los vibradores de hormigón deberán estar disponer de una adecuada puesta a tierra.

Vertido de hormigón mediante cubo o cangilón

- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. Por lo que se recomienda señalizar el nivel máximo de llenado del cubo, mediante pintura amarilla, para no sobrepasar la carga admisible.
- La abertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- La maniobra de aproximación se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruísta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.

- Del cubo o cubilote penderán cabos de guía para ayudar a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimientos pendulares del cubo.

Vertido de hormigón por bombeo

- El equipo encargado en el manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
- Reducir al mínimo el número de codos y sobre todo evitar utilizar los de radio pequeño, para reducir las pérdidas de carga y taponamiento en la conducción.
- La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación en prevención de posibles tapones y sobrepresiones internas.
- Se prohíbe introducir y utilizar la pelota de limpieza sin antes haber instalado la red de recogida al final de la conducción de la bomba. En caso de detención de la bola, se parará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
- Los operarios amarrarán la manguera terminal a elementos sólidos antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Si se produce algún taponamiento eliminar la presión del tubo y parar la bomba para proceder a su destaponamiento. En primer lugar, localizar el atasco golpeando distintas secciones de tubería y por el sonido determinar el punto exacto, aflojando a continuación la brida más próxima al atasco.
- A la salida del conducto se debe instalar un amortiguador de chorro para disminuir la presión del hormigón.
- La manguera terminal de vertido será gobernada a la vez como mínimo por dos operarios para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- El hormigonado de pilares y elementos verticales se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.
- El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento del camión bomba.

5.2.7 Montaje de elementos prefabricados pesados

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento (desplome de piezas prefabricadas).
- Caída de objetos en manipulación.

- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles (transporte en suspensión de grandes piezas).
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos (de manos o pies al recibir las piezas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Se deben prevenir riesgos por deslizamientos de cargas sobre sus puntos de apoyos y la de pesos suspendidos mediante maniobras de apuntalamiento, trincado, acompañamiento de vientos, órdenes concretas y directas del gruista y cualquier otra que evite los movimientos imprevisibles de las cargas.
- La orientación de los prefabricados se hará mediante cabos o cuerdas guía situados en los laterales de la pieza.
- Se evitará la permanencia de personas alrededor de las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado y transporte de cargas.
- Los trabajos se suspenderán en condiciones meteorológicas adversas: lluvia, vientos de velocidad mayor de 40 km/h, etc.

Equipos de protección

- Dada la dificultad para efectuar estos trabajos con una barandilla de por medio, se dispondrán cables fijadores, líneas de vida o puntos fuertes donde amarrad los mosquetones de los arneses de seguridad.
- En los trabajos de montaje de la cubierta se tenderán redes horizontales en previsión del riesgo de caída de altura.

Previo al izado

- Para el izado y transporte de cargas se ayudará de las indicaciones de un ayudante, que será el que irá dando las instrucciones al gruista para la elevación y transporte de cargas. El gruista tiene la obligación de no cumplir más que las órdenes del ayudante.
- Antes de manejar una carga se debe conocer su peso.
- Se respetarán los límites de carga admisible y se tendrán en cuenta las especificaciones del fabricante en el izado de cargas.
- El amarre de la carga debe ser el adecuado, mediante la utilización de elementos apropiados según peso, volumen, forma y características de la carga, siendo muy recomendable el uso de balancín para la manutención de este tipo de prefabricados (placas de hormigón alveolar), sobre todo en el montaje de la cubierta.

Gruista

- El gruista debe ser una persona cualificada, dominar su profesión y apta para el puesto de trabajo a desempeñar.
- El gruista deberá dominar toda la zona de operaciones, tanto para el amarre y elevación de cargas como para el traslado y descenso de las mismas.
- Antes de levantar una carga el gruista debe tensar las eslingas y elevar ligeramente la carga para comprobar el equilibrio de la misma.
- No elevará la carga hasta que el ayudante de indicación compruebe que no existe ningún operario sujeto a la carga.
- Si la carga está mal equilibrada o mal amarrada, el gruista debe avisar y depositar la carga para que se sujete de nuevo.
- No dejar nunca la carga suspendida encima de un paso de personal.
- El movimiento de descenso de la carga sólo se debe hacer cuando la carga no tenga ninguna oscilación o balanceo. La velocidad de descenso debe ser adecuada.
- No se debe intentar colocar la carga más lejos imprimiéndoles movimientos de balanceo.
- Al depositar la carga, procurar no aprisionar las eslingas; aflojando las mismas un poco, para asegurarse que la carga es estable.

Acopio

- Para el acopio de placas prefabricadas de hormigón, se seguirán las especificaciones del fabricante y, en todo caso, la altura será inferior a 1,5 metros.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3

$66 < V_f \leq 220$	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.

Señalización

- Se delimitará la zona de trabajo de la grúa con vallas o cintas para evitar que cualquier persona ajena al trabajo pase por ella.
- Se señalizará la estancia de la grúa de cara al tráfico, en caso de trabajos en la vía pública.
- Se instalarán señales de "Peligro, paso de cargas suspendidas" bajo los lugares destinados a su paso, así como la que obliga al uso del cinturón de seguridad.

Accesorios de elevación: eslingas, cadenas y ganchos

- Todas las eslingas, cadenas y ganchos llevarán una placa o anillo que indique la carga que puede soportar.
- Todas las eslingas que se utilicen deberán ser iguales.
- En función del peso de la carga se debe consultar el cuadro de eslingas y si no se dispone de diámetro conveniente se debe tomar una eslinga de diámetro superior. No se deben utilizar eslingas demasiado débiles para la carga a manejar.
- Está prohibido elevar las cargas sobrepasando el límite autorizado por el constructor.
- Se desecharán las eslingas y cadenas que presenten los más mínimos indicios de deterioro.
- Proteger las eslingas contra las aristas vivas de las cargas.
- Evitar doblar las eslingas con radios de curvatura demasiado pequeños.
- Cuando se utilicen cadenas, las aristas de la carga deben coincidir con la articulación de dos eslabones y no con el centro del eslabón. Es recomendable utilizar una cuña o taco de madera.
- Se deben evitar las torsiones de los eslabones y asegurarse de que están bien colocados.
- En cuanto a la colocación del gancho, se debe hacer coincidir el gancho de elevación con la vertical del centro de gravedad de la carga.
- El factor de seguridad de las cadenas será por lo menos de 5, bajo la carga nominal total. Además, los anillos, ganchos, eslabones y argollas de los extremos de cadenas serán de la misma calidad de material.
- Las personas que empleen cadenas serán cuidadosamente instruidas con relación a las cargas admisibles y a los cuadros indicativos.
- Está prohibido trabajar con nudos en las cadenas o unir dos cadenas mediante un nudo entre ambas. Así como empalmar cadenas introduciendo un perno entre dos eslabones.
- No se deben utilizar martillos u otras herramientas similares para forzar a que entre un gancho en un eslabón.

- No se debe trabajar con ángulos de abertura muy abiertos, pues los esfuerzos a que se ven sometidos las eslingas y cadenas aumentan considerablemente. Siempre se debe trabajar con ángulos de abertura de ramales inferiores a 90º.
- Se debe proteger las cadenas y eslingas de la intemperie, de variaciones climáticas acusadas o de ambientes corrosivos.
- Los ganchos en los aparatos de izar tendrán las siguientes características:
    - Serán de acero o hierro forjado.
    - Estarán equipados con pestillo de seguridad u otro dispositivo de seguridad, o conformado de tal manera, cuando la naturaleza de la carga así lo requiera, que evite que las cargas salgan.
    - Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Todos los elementos (eslingas, cadenas y ganchos) se inspeccionarán cada día y previo al comienzo de los trabajos por el responsable del tajo, desechándose todos aquellos que presenten el más mínimo indicio de deterioro.

5.2.8 Albañilería

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización

- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos de cerramiento, para evitar el paso o permanencia de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas. En caso contrario se dispondrán de marquesinas.

Transporte de material

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de P.V.C. con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga. Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de ladrillos, bloques y en general material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de ladrillo, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Caída de objetos

- Se prohíbe izar fábricas de gran superficie bajo régimen de vientos fuertes al poder ser derribados sobre el personal.
- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, al poderse derrumbar sobre el personal.
- Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio. Además, estas zonas deben estar acotadas.

Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible (máximo 3 hiladas de ladrillo o 2 de bloque).

Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.
- El acceso a las zonas de trabajo se hará siempre de forma segura. Se prohíbe pasarelas de un sólo tablón.

Protecciones

- Se instalarán cables de seguridad en torno de los pilares próximos a la fachada para anclar a ellos los mosquetones de los arneses de seguridad durante las operaciones de replanteo, colocación de mira, ayuda a la descarga de planta y durante las labores de cerramientos de fachada.
- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramientos o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:

    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión

- Diariamente, antes de iniciar los trabajos en los andamios, se revisará su estabilidad, así como la sujeción de los tablones de andamiada y escaleras de acceso.
- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.9 Solados y alicatados

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (en el corte de piezas, en trabajos con pasta, etc.).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (operaciones de corte de piezas).

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.
- Rodilleras almohadilladas.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar escombros directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización

- En solados en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.

Transporte de material

- El material cerámico se izará sin romper los flejes o envoltura de P.V.C. con las que suministre el fabricante, para evitar riesgos por derrame de la carga. Previamente al izado se comprobará el estado de las envolturas y caso de encontrarse deteriorado se izará en plataformas emplintadas con el material perfectamente amarrado.
- El izado de material de tamaño reducido y suelto, se hará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas (bandejas, cubos o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles), vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.
- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamientos o caídas al vacío por péndulo de la carga.

- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Se prohíbe concentrar las cargas de material sobre vanos. El acopio de palets se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

Protecciones

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

Contactos con elementos móviles

- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de las sierras de corte, radial o rotaflex.

Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 36 voltios.

Exposición a contaminante químico

- El corte de piezas cerámicas, placas de mármol, etc., se efectuará en vía húmeda en evitación de lesiones por trabajar en ambiente pulverulento.
- El corte de piezas en vía seca con sierra circular se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos de corte en suspensión.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos

- Para el transporte de materiales (placas, sacos, etc.), se hará uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.
- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:

    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.10 Enfoscados y enlucidos

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas (dermatitis por contacto con cemento).

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando de escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar escombros directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización

- En enfoscados y enlucidos en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.

Transporte de material

- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir los elementos necesarios, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Los elementos longitudinales (miras, reglas, tablones, etc.) transportadas a hombro por un sólo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otros operarios.

Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

Protecciones

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura

- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 36 voltios.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos

- Para el transporte de materiales (sacos de aglomerantes o áridos, etc.), se hará uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.
- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.11 Pintura y barnizado

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios colgados, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas (rotura de las mangueras de los compresores).
- Proyección de fragmentos o partículas (gotas de pintura, motas de pigmentos).
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas (dermatitis por contacto con cemento).
- Incendios y explosiones (empleo de sustancias inflamables).
- Exposición a contaminante químico (inhalación de disolvente orgánicos).
- Exposición a agentes físicos: iluminación.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de protección antipartículas.
- Calzado de seguridad.
- Protección respiratoria (mascarilla con filtro químico recambiable, específico para el producto químico a utilizar).
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando la zona diariamente.

Señalización

- En trabajos de pintura y barnizado en lugares de tránsito de personas se señalizará dichas zonas mediante banderolas o medio similar.
- Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas se colocará sendas señales de "peligro de incendio" y de "prohibido fumar".

Andamios

- Los andamios habrán de disponerse de modo que el operario nunca trabaje por encima de la altura de los hombros.
- El acceso a las andamiadas se efectuará con escaleras adosadas o incorporadas al propio andamio. Se permite el acceso desde las plantas si para ello se dispone de plataformas seguras.
- Los andamios tubulares se apoyarán sobre superficies planas y recipientes, se repartirán las cargas mediante durmientes de madera. Se montarán todos sus elementos de arriostramiento así como las fijaciones necesarias a la fachada.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- En los andamios sólo se almacenará el material imprescindible teniendo en cuenta la carga máxima admisible.

Plataformas de trabajo

- Toda plataforma de trabajo tendrá un ancho mínimo de 60 cm, con piso antideslizante, recomendándose las pisas metálicas, además contará con barandilla formada por pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapié.

Protecciones

- En trabajos sobre andamios suspendidos, los operarios contarán con línea de vida ancladas a puntos resistentes e independientes del andamio, así como puntos de fijación para los arneses de seguridad.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (pintado de barandillas, mochetas, dinteles, frentes de forjados en terrazas, proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.
- Estará terminantemente prohibido eliminar las protecciones (resguardos fijos o móviles) de los compresores en previsión de contacto con elemento móvil o de quemaduras.

Riesgo de caída en altura

- En el caso de pintado de torres se cumplirá en todo momento con lo indicado en el apartado de "Trabajos en torres o mástiles con sistema anticaída instalado" así como en "Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado".
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.

- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.
- En trabajos interiores las escaleras de mano serán de tijera y estarán dotadas de topes en su parte superior, cadenilla de apertura máxima y zapatas antideslizantes.

Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.
- Los portátiles de alumbrado estarán dotados de doble aislamiento, rejilla de protección de la bombilla, protegidos contra chorros de agua y estarán alimentados a 36 voltios.

Exposición a contaminante químico

- Seguir las recomendaciones recogidas en las fichas de seguridad de las pinturas y disolventes.
- El vertido de pigmentos en el soporte (acuoso o disolvente) se realizará desde la menor altura posible, en evitación de salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.
- Se prohibirá fumar y comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos, así como en aquellos lugares donde se almacenen.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.
- Las operaciones de lijados (tras plastecidos o imprimidos) y las de aplicación de pinturas se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente (ventanas y puertas abiertas) de aire para evitar la inhalación de polvo o gases nocivos.
- Queda prohibido mantener o almacenar botes de pintura o disolventes sin estar perfectamente cerrados.

Incendio y explosiones

- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para así evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" de las instalaciones (tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc.) durante los trabajos de pintura.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso del almacén de pinturas.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Equipos de Protección Individual

- En la realización de tareas en las que se puedan proyectar fragmentos o partículas hay que utilizar equipos de protección individual certificados que protejan los ojos. Para ello, en el caso de realizar tareas en las que se proyecten partículas, sólidas o líquidas, pero que no impacten agresivamente, se deben utilizar gafas de seguridad del tipo montura panorámica.
- Se deberá utilizar equipos de protección respiratoria adecuados al contaminante químico (para lo cual se recomienda consultar las fichas de seguridad y al proveedor del equipo de protección).
- Se utilizarán guantes de protección contra agresivos químicos orgánicos para evitar contactos con la piel del trabajador.

Sobreesfuerzos

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.

5.2.12 Carpintería metálica y de madera

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (trabajos junto a huecos horizontales o verticales, uso de escaleras, andamios, etc.).
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.

- Pisadas sobre objetos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a contaminante químico: humos metálicos (procesos de soldadura).
- Exposición a agente físico: radiación no ionizante (procesos de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Gafas para proyección de partículas.
- Mascarillas adecuadas para ambiente pulvígeno.
- Calzado de protección con plantilla anticlavos.
- Guantes de seguridad certificados contra agresivos mecánicos.
- Equipos para soldadura: guantes, manguitos, polainas, cubrepiés y mandiles de cuero, pantallas o gafas de soldador.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

- El cuelgue de hojas de puerta, marcos correderos o pivotantes y asimilables, se efectuará por un mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelcos, golpes y caídas.

Orden y limpieza

- Realizar un acopio ordenado de los materiales en la zona de trabajo, para evitar obstaculización de paso u otras actividades.
- Se almacenarán los materiales en lugares establecidos, ordenando las herramientas y útiles de trabajo y limpiando los escombros diariamente. Estos escombros se evacuarán mediante trompas de vertido que desemboquen en contenedores o en recintos señalizados correctamente.
- En caso de no instalarse trompas, los escombros y cascotes se apilarán en lugares próximos a un pilar determinado, se palearán a una plataforma de elevación emplintada evitando colmar su capacidad y se descenderán para su vertido mediante la grúa.
- Se prohíbe lanzar desperdicios directamente por las aberturas de fachadas, huecos o patios.

Señalización

- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos para evitar el paso o permanencia de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas. En caso contrario se dispondrán de marquesinas.

Transporte de material

- Los elementos se izarán perfectamente flejados o atados.
- Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir los elementos necesarios, reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
- Los tramos metálicos longitudinales transportados a hombro por un sólo hombre, irán inclinados hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otros operarios.

Protecciones

- En proximidad de huecos se dispondrán protecciones colectivas y se usará el arnés de seguridad.

Riesgo de caída en altura

- En operaciones donde se tengan que instalar elementos en el exterior de fachadas se utilizará el arnés de seguridad.
- Se prohibirán expresamente los trabajos desde escaleras, salientes, etc., no específicamente diseñados para servir como plataformas.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjado si antes no se ha procedido a instalar una adecuada protección.
- Se prohíbe saltar del forjado, peto de cerramientos o alféizares, a los andamios colgados o viceversa.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

Proyección de partículas

- En la realización de tareas en las que se puedan proyectar fragmentos o partículas se utilizará Equipos de Protección Individual certificados que protejan los ojos.
- Los equipos de trabajo utilizados deberán estar provistos de sus protecciones, tales como resguardos o pantallas, que cumplen con la función de evitar atrapamientos y evitar que salgan fragmentos o partículas de los materiales hacia el trabajador.

Trabajos con la madera

- Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual en obra se ejecutarán siempre bajo ventilación por corriente de aire, para evitar las atmósferas con polvo excesivo.

- Se puede producir intoxicación por polvo de maderas tropicales (teca, abebay, etc.), por lo que cuando se usen estos materiales se extremarán las precauciones, favoreciendo una adecuada ventilación y el uso de adecuadas mascarillas.

Exposición a contaminante químico

- Cuando se usen pegamentos, disolventes, etc. se dispondrá de una adecuada ventilación, recurriendo a un sistema de ventilación forzada si fuera necesario.
- Se prohíbe fumar y comer en lugares donde se esté trabajando con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

Incendios

- Se evitará acumular excesivas virutas ni serrín.
- Los revestimientos se almacenarán totalmente separados de colas y disolventes.
- Se prohíbe fumar en los lugares donde se esté trabajando con colas y disolventes.
- El almacén de colas y barnices se ubicará en lugar ventilado y se prohibirá fumar, señalizándolo adecuadamente.
- Las bombonas de gases se almacenarán en lugar específico, bajo llave.

Operaciones de soldadura

- Se seguirán las normas establecidas en el apartado de "Soldadura oxiacetilénica y oxicorte".
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o incendio.
- Queda terminantemente prohibido la soldadura en exteriores durante el tiempo lluvioso. Igualmente se prohíbe la soldadura en zonas cuyo grado de humedad podría dar lugar a descargas.

Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación que pueda existir en el lugar de trabajo, se completará los puntos de luz con alumbrado portátil.

Riesgo eléctrico

- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de clavijas macho-hembra.

Sobreesfuerzos

- No realizar excesivos esfuerzos. Pedir ayuda si la carga es excesivamente pesada o bien buscar la forma de dividirla.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre ésta, o hacia los costados.
- Examinar la carga para ver que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.

- Asegurarse de que la carga está equilibrada. Recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.
- Antes de empezar a caminar, asegurarse hacia dónde va a dirigirse. Planear una ruta directa y libre de obstáculos.
- Una vez que se haya decidido desplazar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:
    - Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
    - Acuclillarse al lado de la carga, con la espalda recta y la barbilla metida.
    - Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
    - Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
    - Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.
    - A medida que se levanta, hacer que las piernas, conjuntamente con el cuerpo, soporten la carga.

Revisión

- Al comienzo de cada jornada de trabajo se revisará el estado de todas las protecciones colectivas, reponiendo las que se hubiesen eliminado.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protecciones de seguridad instalados y en buen estado.

5.2.13 Uso de la energía eléctrica

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a agentes físicos radiaciones no ionizantes.
- Contactos eléctricos.
- Quemaduras.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad aislante de la electricidad.
- Calzado de seguridad.

Medidas preventivas

Formación

- La instalación provisional será realizada por personal especializado.

Cuadros eléctricos

- Los cuadros eléctricos estarán ubicados en lugares de fácil acceso y no peligrosos, manteniéndose cerrados bajo llave y con indicación en la puerta del peligro por contacto eléctrico.
- No se permitirá la manipulación de la instalación si no se tiene la formación y autorización necesarias para ello.
- No se manipulará ningún equipo de trabajo bajo tensión.

Conexiones

- Para la desconexión de los equipos nunca se tirará directamente de la manguera sino del propio enchufe.
- Se utilizarán elementos de conexión adecuados, tales como clavijas, prohibiéndose la conexión con cables pelados.
- No deben instalarse adaptadores (ladrones) en las bases de toma de corriente, ya que existe el riesgo de sobrecargar excesivamente la instalación; ni deben utilizarse cables dañados, clavijas de enchufe resquebrajadas o equipos cuya carcasa tenga desperfectos.

Protecciones

- Todas las masas susceptibles de estar en tensión estarán puestas a tierra, reafirmándose lo anteriormente indicado en el caso de grupos electrógenos.
- Estará terminantemente prohibido puentear o anular cualquier dispositivo de protección existente: magnetotérmicos, interruptores diferenciales, etc.

Aislamiento

- Debe evitarse realizar reparaciones provisionales. Los cables dañados hay que remplazarlos por otros nuevos. Caso de ser necesario, los empalmes en los conductores serán realizados de tal forma que se mantengan las condiciones de aislamiento.
- Los conductores eléctricos se protegerán mediante canalizaciones de caucho duro o plástico, cuando estén depositados sobre el suelo en zonas de tránsito o de trabajo.

Humedad

- Se evitará la utilización de equipos eléctricos en caso de lluvia o humedad, cuando los cables u otro material eléctrico atraviesen charcos, los pies pisen agua o alguna parte del cuerpo esté mojada.
- En los locales húmedos será preceptivo la utilización de tensiones de seguridad de 36 V.

Defectos

- Los operarios deberán avisar inmediatamente a su superior ante cualquier fallo o anomalía.
- Las herramientas eléctricas cuyo aislamiento esté deteriorado serán retiradas y sustituidas por otras en buen estado de forma inmediata.

Comprobaciones

- Se deberá comprobar quincenalmente el correcto funcionamiento e instalación de los elementos de los que consta la puesta a tierra: electrodos, conductores de protección, línea principal de tierra y derivaciones de la línea principal de tierra.
- Se comprobará quincenalmente el funcionamiento de los interruptores diferenciales a través del pulsador de prueba.
- Los conductores y enchufes eléctricos se deben revisar de forma periódica y sustituir los que se encuentren en mal estado.

Iluminación

- Con el fin de evitar cualquier tipo de riesgo causado por falta o deficiente iluminación, se debe completar los puntos de luz con alumbrado portátil, si fuera necesario.
- En el caso de disponer de iluminación portátil, se efectuará utilizando portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 36 voltios o protegidos contra chorro de agua.

5.2.14 Carga y descarga

Riesgos

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad aislante.
- Botas de seguridad con suela antideslizante y puntera reforzada.
- Guantes de protección.

Medidas preventivas

Recomendaciones generales

- La carga y descarga de materiales y otros elementos pesados exige como medida previa la inmovilización segura del vehículo mediante freno, velocidad y cuña en las ruedas.

- Las operaciones se realizarán fuera de vías de circulación; si no fuera posible se hará sin ocasionar perjuicios, peligros o perturbaciones; sobre el lado más próximo al borde de la calzada y con el personal y medios necesarios para concluirlas en el menor tiempo.
- Antes de iniciar la maniobra se comprobará que el peso a soportar no exceda del permitido en el aparato.
- Se emplearán eslingas de cable con preferencia de las de cadena.
- Aquellas no se apoyarán sobre cantos vivos que puedan deteriorarlas.
- Las anillas, ganchos y argollas, deberán mantenerse en prefecto estado.

Precauciones durante el izado

- El esfuerzo ejercido será gradual, nunca súbito.
- El tiro, especialmente en el movimiento de arranque, será siempre vertical, jamás inclinado.

Maquinaria

- Las grúas móviles sobre vehículos a motor no deben funcionar sobre terreno en pendiente debido al riesgo de vuelco.
- El conductor prohibirá que ninguna persona permanezca en la cabina o en la caja, así como tampoco en la trayectoria a efectuar por la grúa y carga.
- La grúa será manejada por un solo empleado responsable y debidamente instruido y asimismo y en caso de ser necesario sólo un operario será el que dé las instrucciones a aquél respecto a los movimientos a efectuar.

Señalización

- En caso necesario de ocupar calzadas de tránsito rodado se habrá de señalizar su presencia, según lo indicado en la Orden de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Norma de Carreteras 8.3-IC, "Señalización de Obras", modificada por el R.D. 208/1989.

Revisión

- Se revisará el estado de los enganches y de los cables. Estos no estarán deshilachados, aplastados o formando cocas; se enrollarán sólo en tambores, ejes o poleas que estén provistos de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- Si las eslingas son textiles se tendrá en cuenta:
    - Se emplearán eslingas identificadas en cuanto al material constituyente y a su carga máxima de utilización (CMU).
    - No se utilizará una eslinga dañada. A este fin, se examinará en toda su longitud, antes del uso, apreciando: estado de la superficie, presencia de cortes longitudinales o transversales en la cinta, cortes o abrasión de las orillas, deficiencias de las costuras, daños de los ojales, etc. Las eslingas con cortes de las orillas serán retiradas inmediatamente del servicio.
    - No se emplearán eslingas de lazo, de forma intensiva, sin reforzar el ojal de modo apropiado. Se evitarán los ángulos de abertura del ojal superiores a 20 grados.

- Las eslingas no presentarán nudos y carecerán de torsiones en el momento de aplicarle esfuerzo. Se protegerán de abrasiones o cortes cuando las cargas tengan bordes agudos. En los desplazamientos las eslingas no se arrastrarán.

Equipos de Protección Individual

- Utilice botas de seguridad antideslizantes y puntera de seguridad cuando maneje objetos pesados. Use guantes de protección, gafas de seguridad o cualquier otro equipo de protección personal necesario cuando la carga a transportar presente riesgos adicionales.

Equipos de Trabajo

- Solicite ayuda si la carga es pesada, voluminosa, peligrosa, inestable o la distancia a transportar sea grande. Utilice medios mecánicos auxiliares tales como carretillas automotoras, carros, traspalets, grúas y polipastos, etc., antes de hacerlo manualmente.
- Cuando utilice carros o traspalets para el transporte de materiales, mantenga control visual de la carga que transporte, es recomendable empujar la carga y no tirar de ella.
- Si transporta una carga con ayuda de uno o más compañeros, sólo uno será el responsable de dirigir la maniobra.

Recomendaciones para el levantamiento manual de cargas

- Verifique y evite que las zonas de paso por las que va a transportar la carga presenten obstáculos, aceite, suciedad o humedad en los suelos.
- Inspeccione el lugar donde dejará la carga antes de transportarla y cerciórese de que es estable y seguro. Prepare el lugar donde dejará la carga si es necesario, colocando listones como base que permita posicionar el objeto sin riesgo para las manos, por ejemplo.
- Analizar previamente la carga:
    - El peso de la carga no deberá exceder los 40 kg para un trabajador entrenado o los 25 kg para el resto.
    - Las zonas de agarre, el contenedor o el recipiente de la carga, deberán ofrecer la suficiente estabilidad y resistencia.
    - Si presenta aristas vivas, cortantes, astillas, objetos punzantes, etc., utilizar guantes de protección adecuados.
- Sitúese lo más cerca posible de la carga, con los pies bien apoyados en el suelo.
- Coloque los pies con una separación entre sí similar al ancho de las caderas o a unos 50 cm aproximadamente, con un pie ligeramente más adelante que el otro para proporcionar más estabilidad.
- Flexione las piernas para coger la carga del suelo y aproxímese lo más posible a la carga, manteniendo la espalda recta.
- Sujete firmemente la carga, utilizando las palmas de las manos y las falanges de los dedos. Conserve los brazos y codos lo más pegado posible al cuerpo.
- Levante la carga utilizando las piernas con un movimiento de extensión, manteniendo la espalda recta, metiendo la barbilla (a fin de que el cuello y la cabeza se alineen con el plano de la espalda), con el abdomen contraído y manteniendo la posición de los brazos.
- No levante una carga pesada por encima de la cintura en un sólo movimiento, una vez erguido, utilice los brazos para hacer fuerza.

- Procure mantener, en la medida de lo posible, los brazos extendidos durante la manipulación manual de cargas, para evitar un esfuerzo y fatiga innecesario.
- No realice giros del tronco, inclinaciones laterales o doble la espalda mientras sostiene o transporte una carga pesada, sólo utilice las piernas para realizar cualquier movimiento o desplazamiento. Camine con la espalda erguida.
- Evite que la carga le impida ver lo que está delante y lleve la carga bien equilibrada.
- Procure llevar cargas en forma simétrica, evite levantar cargas pesadas con un brazo.
- Para dejar una carga en el suelo, observe el procedimiento para levantar la carga; para dejarla en una mesa o estantería, procure situarse lo más próximo a ella, apoye la carga y luego posiciónela en su lugar rodándola o deslizándola.
- Utilice el propio peso de su cuerpo para reducir el esfuerzo que se vaya a realizar, como contrapeso para frenar el descenso de una carga, para desequilibrar un objeto que queremos mover, etc.

5.2.15 Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a agentes físicos: radiaciones no ionizantes.

Equipo de protección individual

- Casco liniero.
- Calzado de seguridad sensible.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Arnés anticaídas con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Dispositivo deslizante anticaídas con mosquetón.
- Dispositivo de amarre doble alternativo (cabo de doble amarre).
- Dispositivo anticaída retráctil de cinta de 2,5 m de longitud y conectores.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Equipo de protección complementario (material de uso colectivo)

- Cuerdas de seguridad (de 12 mm de diámetro y con una longitud mínima de 2 veces la altura del apoyo).
- Modulador.
- Contrapeso.
- Bloqueador para fijación contrapeso.
- Poleas de cambio de dirección.
- Cintas de anclaje.
- Mosquetones.
- Poleas de salvamento.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Medidas preventivas

Formación y certificado de aptitud

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo poseer un dominio teórico y práctico de las técnicas de acceso mediante cuerdas. Sin este requisito esencial no se acometerán este tipo de trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en apoyos sin sistema anticaídas instalado deberán poseer certificado de aptitud o reconocimiento médico específico en el que conste "apto para trabajos en altura".

Incompatibilidades

- El personal que realice los trabajos descritos no podrá ser trabajadores pertenecientes a Empresas de Trabajo Temporal puestos a disposición de la empresa usuaria, en cumplimiento del artículo 8 del R.D. 216/99.
- Las personas que estén recibiendo medicación que produzca somnolencia u otros efectos secundarios deberán consultar con un médico si pueden realizar este tipo de trabajos.
- Queda prohibido la realización de trabajos en altura bajo los efectos del alcohol o de algún tipo de droga. Está prohibido fumar cuando se trabaja en altura.
- Los trabajadores provistos de marcapasos se abstendrán de permanecer en las cercanías de los centros emisores de radiación (antenas, parábolas, líneas de alta tensión, etc.).

Organización del trabajo

- Antes de comenzar cualquier trabajo, el Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada procederán a planificar adecuadamente los mismos (mejor vía de acceso, emplazamiento de la línea de seguridad, equipo de trabajo a emplear, medios de protección a utilizar, etc.) tanto por la seguridad del personal como ante la posible actuación de los equipos de socorro y emergencia.

Equipos de Protección

- Es obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de dos metros del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída. El amarre al punto fijo se realizará mediante ganchos de doble amarre que permitan un adecuado reparto de cargas.
- Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el marcado CE. No serán válidos para su uso y por tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición.
- Revisión visual y manual siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas; ausencia de deformaciones ni oxidación en los mosquetones.
- El sistema anticaídas se colocará en la anilla pectoral del arnés, siempre por encima de la cintura, nunca por debajo.

Cuerdas

- Se recomienda el uso de cuerdas semi-estáticas con una excelente resistencia a la abrasión y con unas propiedades semi-dinámicas capaces de soportar una posible caída.
- Sólo debe utilizarse en su función de seguridad y nunca como cuerda de servicio o de trabajo.
- Si se realizan nudos sobre ella, debe ser al menos un nudo en ocho u otro que no disminuya su carga de trabajo menos de un 60%.

Condiciones ambientales

- En caso de helada o escarcha sobre la estructura de la torre no se realizarán trabajos hasta comprobarse visualmente que no existen restos de hielo sobre la misma y que el ascenso no entrañe el riesgo de posibles resbalones.
- No se iniciará ningún trabajo, o se suspenderán si estuvieran comenzados, en caso de condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento (superior a 60 km/h), tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.
- No se realizarán trabajos en altura sin la suficiente luz diurna.

Montaje y sujeción a la línea de vida: ascenso del primer trabajador

- El equipo mínimo de trabajo estará constituido por dos personas: una para ascender y ser la encargada de instalar la línea de seguridad y la otra de apoyo, asegurando al primero, situada en la base, alejada suficientemente de la estructura y con casco de seguridad.
- El operario situado en la base del apoyo instalará un punto de fijación en una peana distinta a la del ascenso, pasará la cuerda que va a su compañero por el modulador y fijará este aparato al punto de fijación avisándole que está preparado para asegurarlo. Durante toda la

operación de instalación de la línea de seguridad, permanecerá siempre atendiendo a la progresión de la misma, proporcionándole cuerda a medida que la va necesitando.

- Posteriormente, el operario que ascienda se atará la cuerda directamente y sin ningún otro elemento intermedio al anclaje pectoral del arnés, mediante un nudo en ocho.
- El operario procederá a ascender por el apoyo, y aproximadamente cada 2 metros (es importante respetar esta distancia ya que garantiza la eficacia del sistema al evitar en caso de caída, un factor y una fuerza de choque elevada) coloca una cinta de anclaje con mosquetón al travesaño horizontal de la torre, a través del cual va pasando la cuerda, de forma que a medida que va ascendiendo queda instalada la "línea de vida".
- En el supuesto que en algún punto de la ascensión el trabajador sufra una caída, quedará sujeto por la cuerda en el último anclaje colocado, ya que el modulador bloqueará la cuerda impidiendo su deslizamiento.
- Cuando el operario llegue a la cruceta a la que tiene que trabajar, se desplazará horizontalmente por la misma colocando cintas de anclaje (cada 2 metros) y pasando la cuerda a través del mosquetón de cada cinta, hasta llegar al extremo de la cruceta, donde se anclará directamente a la misma, procediendo a continuación a sujetar la cuerda que llevaba en el anclaje pectoral, en el extremo de la cruceta, quedando de esta forma instalada la "línea de vida".

Montaje y sujeción a la línea de vida: ascenso del resto de trabajadores

- La subida del resto de los trabajadores se realizará desmontando la cuerda del modulador y en su lugar se coloca el bloqueador con el contrapeso, con el fin de que se mantenga tirante.
- Los trabajadores que suben emplearán el dispositivo anticaídas deslizante, basado en un mecanismo de bloqueo, de forma que si el trabajador cae, el dispositivo se bloquea. Este dispositivo funciona tanto en el ascenso como en el descenso, su colocación debe realizarse de manera que la flecha quede hacia arriba.
- Durante el ascenso del segundo trabajador, cada vez que alcanza un punto de anclaje, suelta la línea de seguridad del mosquetón para permitir el paso del dispositivo anticaídas deslizante dejándola suelta para facilitar el paso de posteriores trabajadores.
- Cuando el segundo trabajador llega al anclaje donde se inicia el desplazamiento horizontal por la cruceta, se asegura al apoyo con el dispositivo de doble amarre alternativo, a continuación, se suelta del dispositivo anticaídas deslizante y realiza un nudo en el mosquetón de anclaje, para de esta forma independizar el tramo vertical del horizontal.
- El tramo horizontal queda preparado para asegurar al trabajador, utilizando una cuerda doble o un dispositivo anticaídas de cinta; el tramo vertical queda liberado para el ascenso del resto de los trabajadores asegurados con sus propios dispositivos anticaídas deslizantes.

Descenso del apoyo de los trabajadores

- Para efectuar el descenso el proceso a seguir será el inverso al empleado durante el ascenso, el último trabajador desmontará todo el sistema con el mismo procedimiento, el operario que asegura desde la base del apoyo, irá recuperando cuerda a través del modulador a medida que el primero vaya descendiendo, procurando mantenerla ligeramente tensa y sin desequilibrarlo.

Sujeción en puntos de trabajo

- Siempre se trabajará estando anclado a dos puntos diferentes que permitan en caso de caída un equilibrio de cargas.

Exposición a campos electromagnéticos

- Resulta fundamental, evitar las exposiciones innecesarias a los campos electromagnéticos (radiofrecuencias y microondas) por lo que se aconseja:

    - Eliminar la fuente de radiación: siempre que sea posible los trabajos se realizarán con los equipos ya montados apagados (antenas, parábolas, etc.).
    - Mantener una distancia de seguridad: se evitará permanecer y trabajar cerca de los equipos emisores, en especial, estará prohibido situarse frente a las antenas parabólicas.
    - Limitar el tiempo de exposición: realizar las operaciones que se puedan (montaje de partes de equipo, etc.) lejos de la fuente emisora (en la base de la torre).

Riesgo eléctrico

- Los trabajos se ejecutarán teniendo presente lo indicado en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Antes de iniciar cualquier trabajo en proximidad de elementos en tensión, se debe determinar la viabilidad del mismo, teniendo en cuenta que deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo se lo permita.
- Se deberá guardar en todo momento una distancia de seguridad entre el punto más próximo en tensión (sin proteger) y la parte externa del operario, herramientas o equipos utilizados.

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < V_f ≤ 220	5
> 220	7

- Cuando los trabajos a realizar entrañen riesgo de contacto eléctrico o de contacto térmico como consecuencia de no respetarse las distancias de seguridad, se comunicará al Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada y no se reanudarán hasta que se haya procedido a la supresión de la tensión, o bien se acuerde la realización de los trabajos por parte de trabajadores autorizados (con conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, por su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años).
- Para proceder a la supresión de la tensión se deberán desarrollar las siguientes etapas: desconectar; prevenir cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; poner a tierra y en cortocircuito; y si procede, proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Prohibiciones

- La utilización de casco con perforaciones (refresco de aire) al no proteger la cabeza por completo.
- El uso de chaquetas o trajes de agua con capucha debido a la reducción del campo visual.
- El empleo de botas de seguridad contra impacto de objetos debido a la insensibilización de los pies cuando se asciende.
- Usar un sistema anticaídas no adecuado a la línea de vida instalada en el emplazamiento, así como el uso no individual del mismo. No se utilizará en el ascenso un sistema anticaídas compartido por varios operarios.
- La utilización de herramientas sin la posibilidad de la colocación de mosquetones o sistema alternativo que impida su caída.
- Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

Revisiones previas

- Antes de cada puesta en obra, el material será controlado visual y manualmente. Se comprobará especialmente el correcto funcionamiento del sistema de bloqueo.
- Comprobar que la cuerda de seguridad y el dispositivo deslizante son compatibles. Instalar dicho dispositivo de forma que las marcas coincidan.
- La presencia de deformaciones, grietas o desgaste excesivo, ya sea en cuerdas como en elementos mecánicos, será motivo inmediato de retirada y destrucción.
- Se tendrá presente la fecha de fabricación de las cuerdas a utilizar, que viene grabada en la vaina que recubre un tramo de cuerda. Su duración será función de su utilización, grado de deterioro y cumplimiento de las instrucciones del fabricante al efecto.

Caída de objetos desprendidos

- Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base del apoyo (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.
- Cuando los trabajos conlleven el cambio o reposición de elementos con probabilidad de caída quedará prohibido el trabajo simultáneo a diferentes alturas.
- Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.

Precauciones durante el trabajo

- No se modificarán nunca el equipo ni su forma de utilización.
- Las cuerdas se mantendrán en las bolsas para evitar que se manchen de barro y suciedad.
- Durante su uso se evitará contactos y rozamientos con aristas agudas que las desgastarían o podrían cortarlas.
- Evitar los contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar las zonas de contacto cuerda-metal.
- Evitar que el material se enrede sobre diversos obstáculos, con el fin de no modificar las prestaciones del equipo.
- Cualquier elemento de la línea de vida y sus complementos, en los que pueda quedar suspendido el operario, no podrán ser utilizados simultáneamente por más de una persona. Durante el desarrollo del trabajo, el operario deberá permanecer sujeto a la estructura mediante algún elemento de amarre.

Mantenimiento

- Los distintos equipos utilizados se deben mantener en correctas condiciones de uso.
- Una vez retirado el equipo se guardará debidamente cada elemento en las bolsas.
- Si se hubiese mojado el equipo no se guardará (con carácter permanente) en estas condiciones, previamente habrá que dejarlos secar en un lugar apropiado.
- Todo equipo que experimente una caída deberá ser revisado por personal especializado.
- No se repararán ni se modificarán. Las reparaciones las efectuará personal especializado.
- En caso de presentar anomalías retirar el equipo de servicio y mandar a revisión.
- Equipos de fibra:
    - Se tendrá presente que las cuerdas presentan una vida útil máxima de 5 años para un uso esporádico, disminuyendo a 3 años si su uso es frecuente. El resto de equipos de fibra (arneses, cintas, etc.) presentan una vida útil máxima de 5 años.
    - El tiempo máximo de almacenamiento sin uso será de 10 años.
    - No limpiar con agresivos químicos o mecánicos. Se lavará con agua jabonosa limpia, a fin de eliminar toda traza de suciedad.
    - El equipo no debe ser secado al sol ni en estufas.
    - El material debe almacenarse alejado de zonas calientes, en lugares no expuestos al sol ni a la humedad.
- Equipos metálicos:
    - Antes de cada uso se comprobará el correcto funcionamiento del sistema de bloqueo, así como la ausencia de deformaciones y corrosiones.

5.2.16 Trabajos en postes (apoyos) metálicos, de madera y hormigón

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.

- Choque o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contacto térmico.
- Contactos eléctricos.

Equipo de protección individual

- Casco liniero.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos y eléctricos.
- Arnés anticaídas con cinturón lumbar y anclajes pectoral, dorsal y lateral.
- Dispositivo deslizante anticaídas con mosquetón.
- Dispositivo de amarre doble alternativo (cabo de doble amarre).
- Dispositivo anticaída retráctil de cinta de 2,5 m de longitud y conectores.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Equipo de protección complementario (material de uso colectivo)

- Línea de vida con cuerda de vida de longitud adecuada al apoyo.
- Dispositivos para instalar la línea de seguridad.
- Trepadores para postes de madera.
- Arriostrador para postes de madera.
- Escalera vertical de tramos acoplables entre sí.
- Elementos de señalización vial (en caso necesario).
- Pértiga de montaje para alcances entre 2 y 6 m según instalación.
- Bolsa para guardar y transportar el material.

Medidas preventivas

Formación y certificado de aptitud

- Los trabajadores que realicen este tipo de trabajos deberán estar adecuadamente formados, debiendo poseer un dominio teórico y práctico de las técnicas a aplicar. Sin este requisito esencial no se acometerán este tipo de trabajos.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en apoyos sin sistema anticaídas instalado deberán poseer certificado de aptitud o reconocimiento médico específico en el que conste "apto para trabajos en altura".

Incompatibilidades

- El personal que realice los trabajos descritos no podrá ser trabajadores pertenecientes a Empresas de Trabajo Temporal puestos a disposición de la empresa usuaria, en cumplimiento del artículo 8 del R.D. 216/99.
- Las personas que estén recibiendo medicación que produzca somnolencia u otros efectos secundarios deberán consultar con un médico si pueden realizar este tipo de trabajos.
- Queda prohibido la realización de trabajos en altura bajo los efectos del alcohol o de algún tipo de droga. Está prohibido fumar cuando se trabaja en altura.

Condiciones previas

- Previamente a la realización de los trabajos se comprobará que los elementos de protección y trabajo están en buen estado y ofrecen la seguridad necesaria para la función que van a cumplir.
- Se comprobará el estado de las correas, cerciorándose que no presentan grietas, cortes o muescas, desgastes o cualquier otra alteración que haga temer su rotura. De la misma forma que las costuras estén firmes y que el hilo no esté roto. Asegurarse que los remaches están en buen estado, que los ojetes no están desgarrados y que las hebillas no están rotas.
- La presencia de deformaciones, grietas o desgaste excesivo, ya sea en cuerdas como en elementos mecánicos, será motivo inmediato de retirada y destrucción.
- Antes de subir a un poste de madera se adoptarán las medidas preventivas siguientes:
- Golpear el poste con un objeto duro por todo su entorno hasta una altura de 2 m sobre el nivel del suelo. Si el sonido que proporciona la madera es musical, el poste está en buen estado; por el contrario, si el sonido es sordo, el poste está en condiciones deficientes.
- En caso de duda de la prueba anterior, se introducirá una herramienta punzante y estrecha; si el poste no opone resistencia estará carcomido interiormente.
- En los postes de alineación, se moverán ligeramente en sentido transversal de la línea; si se percibe un débil crujido, a nivel del suelo, el poste está en mal estado.
- Si de las pruebas anteriores se concluye que el poste está defectuoso, bajo ningún concepto se subirá al mismo y se notificará urgentemente al Responsable de los Trabajos para que adopte las medidas necesarias, entre ellas una inspección detallada de la zona de empotramiento. Los postes defectuosos se señalizarán a 1,5 m.
- Si la subida al poste se hace con trepadores se comprobará que su espolón está fuertemente sujeto, que no está roto y que no presenta fisuras que haga temer su rotura, en caso necesario, se sustituirá por uno nuevo. Es espolón tendrá asociado su correspondiente protector.
- Es imprescindible el uso complementario del cinturón de seguridad desde el momento en que se accede al poste.
- En un apoyo de hormigón se comprobará que la armadura no es visible, en caso contrario, se estudiará la posibilidad de consolidad el apoyo.
- En los apoyos metálicos se controlará el estado de corrosión de los montantes.

Organización del trabajo

- Los trabajos que impliquen subir al poste en zona interurbana se realizarán acompañados. En zona urbana, de acuerdo con la dificultad y el riesgo, podrá solicitar la ayuda de un compañero, no reiniciándose los mismos hasta su llegada.

Señalización

- En vías urbanas, se delimitará y señalizará convenientemente la zona de obras en los casos necesarios, utilizando los elementos adecuados (señales, vallas, banderolas, etc.).

Equipos de Protección

- Es obligatorio la utilización de sistemas anticaídas cuando se realicen trabajos con riesgo de caída a distinto nivel (trabajos a más de dos metros del suelo), debiendo estar asegurados siempre a un punto fijo antes de soltarse del sistema anticaída.
- Todos los Equipos de Protección Individual y elementos auxiliares que se empleen deben estar homologados por el fabricante y deben llevar el marcado CE. No serán válidos para su uso y por tanto estarán expresamente prohibidos, aquellos equipos de protección individual y elementos auxiliares que no cumplan esta condición.
- Revisión visual y manual siempre antes y después de realizar el trabajo los equipos de protección, en especial se verificará la ausencia de roturas desgarros, cortes o grietas en el arnés de seguridad, cabo de anclaje doble, cuerdas; ausencia de deformaciones ni oxidación en los mosquetones.
- El personal que permanezca en el suelo, aparte de ir dotado con casco de seguridad, se alejará de la base del poste a fin de evitar accidentes por caída de objetos.
- El sistema anticaídas (de utilizarse) se colocará en la anilla pectoral del arnés, siempre por encima de la cintura, nunca por debajo.

Condiciones ambientales

- En caso de helada o escarcha sobre el poste no se realizarán trabajos hasta comprobarse visualmente que no existen restos de hielo sobre la misma y que el ascenso no entrañe el riesgo de posibles resbalones.
- No se iniciará ningún trabajo, o se suspenderán si estuvieran comenzados, en caso de condiciones climatológicas adversas: precipitaciones, fuerte viento (superior a 60 km/h), tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.
- No se realizarán trabajos en altura sin la suficiente luz diurna.

Ascenso y descenso al poste

- El ascenso o descenso de un apoyo se efectuará, obligatoriamente, con las manos libres.

- Tanto la subida como la bajada al poste se hará con el cinturón de sujeción (o salvavidas) abrazado al mismo. Es preciso asegurarse que el enganche del mosquetón a la anilla es correcto, no confiando tan sólo en oír el "clic" característico del cierre del mosquetón.
- Tan pronto se haya alcanzado la altura deseada, lo inmediato es sujetarse con el cinturón de sujeción situándolo diagonalmente entre el poste y la cruceta. No debe pasarse entre poste y tirante de la cruceta ya que éste podría dañarlo.

Postes de hormigón

- En subida y bajada se utilizarán los alveolos del poste a modo de peldaños hasta una altura que permita colocar los dos pies mientras simultáneamente se desplaza el cinturón de sujeción. Posteriormente se prosigue la ascensión utilizando las barras pasantes, estribos desmontables o medios específicos y situando el cinturón de sujeción (o salvavidas) por encima del último elemento insertado, hasta alcanzar la posición de trabajo.
- El descenso se realizará de forma inversa a la subida, retirando los correspondientes elementos empleados y descendiéndolos en su caso con una cuerda, permaneciendo el trabajador sujeto con el cinturón de sujeción.

Postes de celosía (metálicos)

- Se seguirán las recomendaciones indicadas en el apartado: "Trabajos en apoyos metálicos de celosía sin sistema anticaída instalado".

Escaleras manuales

- En la realización de trabajos en escaleras de mano a más de 3,5 metros de altura que impliquen movimientos o esfuerzos que disminuyan la estabilidad, será obligatorio el uso de cinturón de seguridad. El anclaje del cinturón se realizará a un punto con resistencia suficiente y distinto al de la escalera.
- En el momento de subida a la escalera para la realización de los trabajos en el poste, un operario se situará en el suelo, sujetando la escalera por su parte inferior, en evitación de posibles balanceos o deslizamiento de la misma.
- El apoyo de las escaleras de mano en los postes se llevará a cabo empleando abrazaderas específicamente diseñadas para su anclaje al poste.

Arriostramiento

- Cuando sea necesario cortar o desamarrar un cable, o en general, realizar una operación que lleve consigo el modificar el estado de equilibrio de un apoyo, habrá que proceder a asegurar el mismo, arriostrándolo convenientemente, sin subir al mismo mediante un arriostrador u otros dispositivos (escalera de tijera, cabria, plataforma elevadora, etc.).
- El arriostramiento se realizará por medio de vientos u otro método adecuado. El dispositivo elegido debe llevar al menos tres elementos colocados en tres direcciones distintas, formando un ángulo de 120º y sujetos a puntos fijos suficientemente resistentes.

Caída de objetos desprendidos

- Todos los montajes se realizarán, en la medida de lo posible, en la base de la torre (cota 0), evitando el riesgo de caída de objetos, así como las posibles caídas de personas.
- Se utilizarán cuerdas estáticas y mosquetones para fijar en todo momento el maletín de herramientas y/o herramientas sueltas, de manera que estas no ocasionen lesiones a otros compañeros de niveles inferiores o bien a personas ajenas al emplazamiento.
- Las herramientas irán en bolsas portaherramientas.
- El material y las herramientas no deben lanzarse nunca; se suben o bajan por medio de una cuerda de servicio, a la cual se atan cuidadosamente.

Riesgo eléctrico

- Los trabajos se ejecutarán teniendo presente lo indicado en el RD 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Antes de iniciar cualquier trabajo en proximidad de elementos en tensión, se debe determinar la viabilidad del mismo, teniendo en cuenta que deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado de ella que el trabajo se lo permita.
- Se deberá guardar en todo momento una distancia de seguridad entre el punto más próximo en tensión (sin proteger) y la parte externa del operario, herramientas o equipos utilizados.

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < V_f ≤ 220	5
> 220	7

- Cuando los trabajos a realizar entrañen riesgo de contacto eléctrico o de contacto térmico como consecuencia de no respetarse las distancias de seguridad, se comunicará al Responsable de los Trabajos y/o el Jefe de Brigada y no se reanudarán hasta que se haya procedido a la supresión de la tensión, o bien se acuerde la realización de los trabajos por parte de trabajadores autorizados (con conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, por su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años).
- Para proceder a la supresión de la tensión se deberán desarrollar las siguientes etapas: desconectar; prevenir cualquier posible realimentación; verificar la ausencia de tensión; poner a tierra y en cortocircuito; y si procede, proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Prohibiciones

- La utilización de casco con perforaciones (refresco de aire) al no proteger la cabeza por completo.
- El uso de chaquetas o trajes de agua con capucha debido a la reducción del campo visual.

- El empleo de botas de seguridad contra impacto de objetos debido a la insensibilización de los pies cuando se asciende.
- La utilización de herramientas sin la posibilidad de la colocación de mosquetones o sistema alternativo que impida su caída.
- Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

Precauciones durante el trabajo

- No se modificarán nunca el equipo ni su forma de utilización.
- Las cuerdas se mantendrán en las bolsas para evitar que se manchen de barro y suciedad.
- Durante su uso se evitará contactos y rozamientos con aristas agudas que las desgastarían o podrían cortarlas.
- Evitar los contactos con superficies calientes, corrosivas o susceptibles de engrasar las zonas de contacto cuerda-metal.
- Evitar que el material se enrede sobre diversos obstáculos, con el fin de no modificar las prestaciones del equipo.
- Cualquier elemento de la línea de vida y sus complementos, en los que pueda quedar suspendido el operario, no podrán ser utilizados simultáneamente por más de una persona. Durante el desarrollo del trabajo, el operario deberá permanecer sujeto a la estructura mediante algún elemento de amarre.

Mantenimiento

- Los distintos equipos utilizados se deben mantener en correctas condiciones de uso.
- Una vez retirado el equipo se guardará debidamente cada elemento en las bolsas.
- Si se hubiese mojado el equipo no se guardará (con carácter permanente) en estas condiciones, previamente habrá que dejarlos secar en un lugar apropiado.
- Todo equipo que experimente una caída deberá ser revisado por personal especializado.
- No se repararán ni se modificarán. Las reparaciones las efectuará personal especializado.
- En caso de presentar anomalías retirar el equipo de servicio y mandar a revisión.
- Después de su uso los equipos de protección se deberán limpiar.
- Equipos de fibra:
    - Se tendrá presente que las cuerdas presentan una vida útil máxima de 5 años para un uso esporádico, disminuyendo a 3 años si su uso es frecuente. El resto de equipos de fibra (arneses, cintas, etc.) presentan una vida útil máxima de 5 años.
    - El tiempo máximo de almacenamiento sin uso será de 10 años.
    - No limpiar con agresivos químicos o mecánicos. Se lavará con agua jabonosa limpia, a fin de eliminar toda traza de suciedad.
    - El equipo no debe ser secado al sol ni en estufas.
    - El material debe almacenarse alejado de zonas calientes, en lugares no expuestos al sol ni a la humedad.

5.2.17 Tendido de tubos y accesorios de protección canalización subterránea

Riesgos

- Caída al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Quemaduras por contacto con objetos calientes.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Cortes con objetos.
- Lumbalgia por sobreesfuerzos.
- Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Aplastamientos.
- Proyecciones de partículas

Medidas preventivas

- En la descarga de materiales, debe primero escogerse una zona de acopio horizontal, en donde se sitúen los tramos de tubos con las protecciones necesarias, evitando el desplazamiento de los mismos y por lo tanto su caída.
- En la descarga, mediante grúa, no deben utilizarse las manos para guiar los materiales, estos deben ser conducidos por medio de unas guías de acero o cuerda.
- Se utilizarán eslingas apropiadas y de resistencia comprobada.
- Se prohibirá el paso o permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- En caso de apilar tubos, se realizará con cuidado para evitar su posterior derrumbe.
- Una vez preparado el terreno de ubicación del tubo, se procederá al transporte de los mismos paralelamente al trazado, estas operaciones se realizarán observando las medidas anteriormente descritas.
- En caso de que el maquinista de la grúa no tenga acceso visual al fondo de la zanja, un operario señalista le guiará en la maniobra.
- Durante las operaciones de bajada del tubo, el área de la zanja afectada deberá estar libre de personal y herramientas.
- No se permitirá utilizar el tubo como punto de apoyo para la entrada y salida de la zanja, aunque esté totalmente inmovilizado; se utilizarán las escaleras dispuestas a tal efecto.
- Quedará terminantemente prohibido al personal andar por encima de los tubos.
- Se procederá al correcto manejo de los distintos materiales y medios auxiliares que se empleen en el montaje para evitar lesiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Botas de seguridad impermeables al agua y a la humedad con puntera reforzada.
- Traje de agua.

- Vestuario laboral.
- Chaleco de alta visibilidad.

Equipos de Protección colectiva

- Vallas de limitación y protección.
- Pasarelas.
- Señales óptico-acústicas de vehículos de obra.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Balizamiento luminoso.
- Conos de balizamiento.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.

5.2.18 Tendido y empalmes de cables

Riesgos.

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Golpes arrollamiento o atrapamiento de máquinas, vehículos y cables.
- Cortes.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas

Contacto eléctrico Medidas preventivas.

- Este trabajo lo descompondremos en las secuencias siguientes:

1. Selección del lugar de trabajo.
2. Transporte de bobinas y herramientas.
3. Preparación del tendido.
4. Tendido del cable.
5. Finalización del tendido
6. Empalmes cables.

Selección del lugar de trabajo.

- Antes de la iniciación de los trabajos es preciso determinar el lugar donde se colocarán las bobinas y el sitio idóneo para la ubicación de los gatos elevadores.

- Se elegirá una zona en la que el suelo esté firme y de no ser posible, los gatos se dispondrán utilizando los medios necesarios para garantizar de ese modo solidez y firmeza.
- Para el acopio de bobinas se elegirá una zona lo más cercana al lugar de trabajo y que no obstaculice ningún trabajo.
- Ambas zonas se señalizarán adecuadamente.

Transporte de bobinas y herramientas.

- El transporte de bobinas se realizará sobre camión y las operaciones de carga y descarga con el auxilio de una grúa.
- Los riesgos presentes en esta fase del tendido son los golpes y contusiones, heridas y esguinces al realizar las operaciones.
- Para efectuar el control de los riesgos mencionados procederemos de la forma siguiente:
    - Tanto los estrobos y los ejes a emplear no sólo estarán en correcto estado de conservación, sino que serán los adecuados para el peso a transportar.
    - Las bobinas durante el transporte irán calzadas en el interior de la caja del camión, no permaneciendo ningún operario durante el traslado.
    - Los gatos elevadores serán adecuados para elevar el peso de las bobinas y serán revisados y engrasados en el taller antes de llevarlos a la obra.
    - Los gatos, ejes y demás herramental se transportarán a la obra juntamente con las bobinas.
    - El gancho de la grúa del camión dispondrá del pestillo de seguridad.

Preparación del tendido.

- Los riesgos presentes en esta fase del trabajo son caídas a distinto y mismo nivel, golpes y/o contusiones, heridas, atrapamiento por los estrobos y/o cables, etc...
- En todo momento los operarios utilizarán las prendas de protección personal adecuadas como los cascos de seguridad, guantes de protección etc…
- Es muy importante que las bobinas que se empleen se coloquen sobre los soportes adecuados, a fin de evitar que al tirar del cable puedan caerse. El cable se halla contenido en la bobina y ésta a su vez para la operación de tendido se dispondrá adecuadamente suspendida por la grúa, apoyada sobre carro porte-bobinas o gatos. En este último caso es importante que la bobina quede nivelada.
- Una vez montada la bobina se procederá a quitar las duelas que protegen el cable, se quitarán una a una las duelas y se doblarán los clavos para que no revistan ningún tipo de peligro. Una vez descubierta la bobina, se retirarán de la zona todas las duelas.

Tendido de cable.

- En esta fase del trabajo se prestará especial atención para evitar falsas maniobras, maniobras a destiempo, contusiones y golpes para lo cual deberán de permanecer correctamente sincronizadas todos los operarios que intervengan en la misma.
- Si el recorrido del tendido es tal que no se puede ver la maniobra completa, los operarios deberán emplear medios de comunicación adecuados para estar sincronizadas con la persona/s que dirigen la maniobra. De esta manera se evitarán los problemas existentes con las comunicaciones a voces o con señas a distancia.

- Se revisará el buen estado del cable y demás aparejos que participen en la tracción. Es importante el correcto funcionamiento del nudo giratorio.

Finalización de los trabajos.

- Una vez finalizado el tendido se recogerán los cabrestantes, bobinas y demás herramientas utilizadas en el trabajo, dejando la zona completamente limpia, procediendo finalmente a retirar la señalización colocada.
- Las bobinas no se dejarán en pendiente; en caso de que no hubiese más remedio se calzarán.

6. Empalmes cables.

- Inicialmente todos los empalmes en la nueva red subterránea, están previstos realizarlos sin tensión
- Con la herramienta adecuada efectuaremos la conexión.
- En el caso de que se tenga que realizar alguna conexión, en tensión o en proximidad, el contratista, en el PSS añadirá un procedimiento de trabajo, en el que se analicen los riesgos, medidas preventivas, equipos de protección individual y colectiva.
- En caso de que exista riesgo eléctrico, por proximidad de conductores, se solicitara a la compañía distribuidora el DESCARGO.

Equipos de Protección Individual.

- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Gafas de seguridad certificadas.
- Botas de seguridad.
- Chaleco de alta visibilidad
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.

Equipos de Protección Colectivo.

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.

5.2.19 Hormigonado, relleno, compactación de zanjas y reposición de pavimento

Riesgos.

- Caída al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.

- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Ambiente pulvígeno.
- Lumbalgia por sobreesfuerzo.
- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.
- Lesiones posturales osteoarticulares.
- Choques o golpes contra objetos.
- Golpes por objetos o herramietas.
- Cuerpos extraños en los ojos.

Medidas preventivas.

- Cuando las condiciones de visibilidad lo aconsejen, se dotará a los trabajadores de ropa de trabajo que permita a los conductores su correcta identificación.
- Cuando sea imprescindible que un vehículo durante el vertido directo se acerque al borde de la zanja, se dispondrán de topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo. Estos topes deberán estar colocados antes de las operaciones de vertido de hormigón. Las maniobras de los camiones hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente.
- Los conductores se apearán de los vehículos, para la descarga del material, y se ocuparán de la manipulación de los mandos para efectuar dicha operación.
- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón, del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de prolongación.
- Se asignará al equipo de trabajadores, unas distancias mínimas de separación entre operarios, en función de los medios auxiliares que estén haciendo servir, para que no se produzcan alcances e interferencias entre ellos.
- El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo.
- Todo el personal que maneje los camiones, dumper (apisonadoras o compactadoras) será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la "Tara" y la "Carga Máxima".
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar polvaderas. Igualmente, la máquina recortadora de disco para evitar ambiente pulvígeno, será de refrigeración por agua del disco.

- Para el corte de las piezas de los solados, se utilizará un sistema de vía húmeda que evite la emisión de polvo. En el caso de tener que efectuar el corte de las piezas en vía seca, éste se efectuará situándose el operario a sotavento para evitar en lo posible la inhalación de polvo proveniente del corte. Además el operario deberá ir protegido con gafas de protección ocular y mascarilla antipolvo con filtro de retención mecánica adecuado al material ocular.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 metros en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento (la visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado).
- Todos los vehículos empleados para esta obra serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.
- Los vehículos utilizados están dotados de la póliza de seguro con responsabilidad civil ilimitada.
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad y chaleco de alta visibilidad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

Equipos de Protección Individual.

- Casco de seguridad.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Protectores auditivos.
- Equipos de protección de las vías respiratorias.
- Guantes comunes de trabajo de lona y piel.
- Gafas de seguridad certificadas.
- Botas de seguridad impermeables al agua y a la humedad.
- Traje de agua.
- Vestuario laboral.
- Chaleco de alta visibilidad

Equipos de Protección colectiva.

- Vallas de limitación y protección.
- Señales de tráfico.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Conos de balizamiento.
- Extintores.
- Interruptores diferenciales.

- Tomas de tierra.
- Pasarelas sobre zanjas.

5.3 RELATIVOS A LA MAQUINARIA

5.3.1 Maquinaria de movimiento de tierras en general

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición al ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad (cuando la máquina no disponga de cabina).
- Guantes de cuero.
- Protección auditiva.
- Cinturón antivibratorio para operadores de las máquinas y conductores de los vehículos que lo precisen.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

Factor humano

- Sólo se permitirá el manejo a aquellas personas que conozcan su funcionamiento y tengan una categoría profesional adecuada.
- El maquinista tendrá buen conocimiento de las zonas de circulación y trabajo (zanjas, cables, limitaciones de altura, etc.).
- Utilizar las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante y sólo en aquellos para los que han sido diseñadas.

- El maquinista se encontrará en perfecto estado de salud antes de subir a la máquina.
- Estará prohibido circular con cualquier tipo de maquinaria que no disponga de matriculación, por carreteras abiertas al tráfico rodado. Cuando la circulación afecta a viales públicos, las máquinas llevarán en zona visible una luz giratoria, siendo aconsejable llevar encendidas las luces de posición en todo momento.
- La máquina se revisará antes de iniciar los trabajos, para que esté en condiciones de realizar su tarea.
- Se respetarán las cargas admisibles para las que está diseñada la máquina.
- No se realizarán maniobras bruscas ni se frenará de repente.
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas a personal sin la debida preparación y conocimientos de los riesgos a los que puede estar expuesto.
- Cuando abastezca de combustible no lo haga cerca de un punto caliente ni fume.
- No guarde material combustible ni trapos grasientos en la máquina, puede ser el origen de un incendio.
- Si debe arrancar la máquina, mediante la batería de otra, tome precauciones para evitar chisporroteos de los cables. Recuerde que los electrólitos emiten gases inflamables y se puede producir una explosión.
- Para acceder a la máquina se tomarán las siguientes precauciones:
    - Utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, se evitará lesiones por caída.
    - Suba y baje de la máquina de forma frontal (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos; lo hará de forma segura.
    - No salte nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para su persona.
- Previo al comienzo de la jornada:
    - Realizar los controles y verificaciones previstas en el libro de instrucciones de la máquina.
    - Comprobar visualmente el estado de la máquina. Limpiar cristales y espejos para así tener una mejor visión.
    - Verificar el panel de mandos y el buen funcionamiento de los diversos órganos de las máquinas, así como frenos, dirección, etc.
    - Comprobar antes de arrancar que los mandos están en posición neutra. Tocar el claxon.
    - Asegurarse del perfecto estado de las señales ópticas y acústicas.
- Durante el desarrollo de la jornada:
    - No subir o bajar del vehículo en marcha.
    - No abandonar la máquina cargada, con el motor en marcha ni con la cuchara subida.
    - Queda terminantemente prohibido el transportar pasajeros, bien en la cabina o en cualquier otra parte de la máquina.
    - Si se detecta cualquier anomalía en la máquina, se parará y se dará parte a su superior. No se reanudará los trabajos hasta que se halla subsanado la avería.
    - Si por cualquier circunstancia se debe abandonar la máquina, se parará el motor y se accionará el mecanismo de frenado.
    - Se respetarán los límites de velocidad, la señalización en la obra y de carreteras así como las prioridades y prohibiciones fijadas en el Plan de Seguridad.
- Al final de la jornada:
    - Estacionar la máquina en las zonas previstas para ello (en ningún caso a menos de 3 metros del borde de zanjas y vaciados).
    - Apoyar el cazo o la cuchara en el suelo.

- Accionar el freno de estacionamiento, dejar en punto muerto los diversos mandos, cortar la llave de la batería y sacar la llave de contacto. Desconectar todos los mecanismos de transmisión y bloquear las partes móviles.
- Cerrar la cabina bajo llave.

Factor mecánico

- Se usará la máquina más adecuada el trabajo a realizar.
- Sólo se usarán máquinas cuyo funcionamiento sea correcto, comprobadas por personal competente.
- Los resguardos y protecciones de partes móviles estarán colocados correctamente. Si se procediera a quitar alguno, se parará la máquina.
- La cabina estará dotada de extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Si las máquinas afectan a viales públicos, durante el trabajo dispondrán en su parte superior de luces giratorias de advertencia.
- El maquinista deberá ajustar su asiento para que de este modo pueda alcanzar los controles sin dificultad.
- Para evitar el peligro de vuelco ningún vehículo podrá ir sobrecargado, especialmente aquellos que han de circular por caminos sinuosos.
- También se evitará el exceso de volumen en la carga de los vehículos y su mala repartición.
- Los dispositivos de frenado han de encontrarse en perfectas condiciones, para lo cual se realizarán revisiones frecuentes.

Factor trabajo

- Las zonas de trabajo se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas. Tendrán además la suficiente iluminación para los trabajos a realizar.
- Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en donde los trabajos puedan producir polvaredas.
- Delimitar los accesos y recorridos de los vehículos, siendo estos independientes (siempre que se pueda) de los delimitados para el personal a pie.
- Cuando sea obligatorio el tráfico por zonas de trabajo, estas se delimitarán convenientemente y se indicarán los distintos peligros con sus señales indicativas de riesgo correspondientes.
- La distancia del personal a una máquina que esté trabajando en el mismo tajo vendrá determinada por la suma de la distancia de la zona de influencia de la máquina más 5 metros.
- Existirá una separación entra máquinas que estén trabajando en el mismo tajo de al menos 30 metros.
- Las maniobras de marcha atrás se realizarán con visibilidad adecuada. En caso contrario se contará con la ayuda de otra persona que domine la zona. En ambos casos funcionará en la máquina el dispositivo acústico de marcha atrás.
- Los movimientos de máquinas durante la ejecución de trabajos que puedan producir accidentes serán regulados por personal auxiliar.
- Cualquier máquina o vehículo que vaya cargado tendrán preferencia de paso en pista.
- Se establecerá una limitación de velocidad adecuada para cada máquina.

- Para trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas consultar las normas dispuestas para ello.

Factor terreno

- En todo trabajo a realizar con maquinaria de movimiento de tierras se inspeccionarán los tajos a fin de observar posibles desmoronamientos que puedan afectar a las máquinas.
- Para evitar romper en una excavación una conducción enterrada (agua, gas, electricidad, saneamientos, etc.) es imprescindible localizar y señalizar de acuerdo con los planos de la zona. Si a pesar de ello se rompe la misma, se interrumpirán los trabajos, se acordonará la zona (si se precisa) y se dará aviso inmediato.
- Si topa con cables eléctricos, no salga de la máquina hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Salte entonces, sin tocar a un tiempo el terreno u objeto en contacto con este.
- Cuando el suelo esté en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado hacia la pendiente.
- Las pendientes se bajarán siempre con la misma velocidad a la que se sube.
- Se respetarán las distancias al borde del talud, nunca inferiores a 3 metros, debiendo estar señalizado.

5.3.2 Retroexcavadora

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- Cuando los productos de la excavación se carguen directamente sobre el camión no se pasará la cuchara por encima del mismo.
- Como norma general se circulará marcha adelante y con la cuchara bajada. No se circulará en punto muerto.
- No se empleará el brazo como grúa.
- No se abandonará la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara elevada.
- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo tocando casi el suelo.
- Cuidado con las pendientes de trabajo, no se superará el 20% para terrenos húmedos ni el 30% para terrenos secos pero deslizantes.

5.3.3 Camión basculante

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".

Formación

- El personal encargado del manejo de esta máquina será especialista y estará en posesión del preceptivo carnet de conducir.

Carga de la caja

- Las cajas de camiones se irán cargando de forma uniforme y compensando las cargas para no sobrecargar por zonas.
- Una vez llegado al como de la caja, si se trata de materiales sueltos, se procederá a su tapado mediante lona o red para evitar su caída o derrame durante su transporte.
- Durante las operaciones de carga permanecerá dentro de la cabina (si tiene visera de protección) o alejado del área de trabajo de la máquina cargadora.

Actuaciones seguras

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial así como la señalización de la obra.
- Si se agarrota el freno evite colisiones frontales o contra otros vehículos de su porte. Intente la frenada por roce lateral lo más suavemente posible o bien introdúzcase en terreno blando.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.

Vuelco de la maquinaria

- En la aproximación al borde de la zona de vertido, tendrá especialmente en cuenta la estabilidad del vehículo, asegurándose que dispone de un tope limitador sobre el suelo siempre que se estime oportuno.
- Cuando se descargue material en las proximidades de una zanja se aproximará a una distancia máxima de 1 metro garantizando ésta mediante topes.

Contacto eléctrico

- Para prevenir el contacto de la caja de camión en el momento de bascular, se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

Mantenimiento

- Cualquier operación de revisión con el basculante levantado se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.

5.3.4 Dúmper o autovolquete

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- No se permitirá el acceso ni la conducción del dúmper o autovolquete sin la debida autorización.
- No se sobrecargará la caja ni se colmará la misma ya que en su desplazamiento puede ir perdiendo de forma peligrosa parte de la misma. El dúmper elegido debe ser el apropiado al volumen de tierras a mover.
- En ningún caso se llenará el cubilote hasta un nivel en que la carga dificulte la visibilidad del conductor.
- Asegúrese siempre de tener una perfecta visibilidad frontal, evitará accidentes. Los dúmper se deben conducir mirando al frente, evite que la carga le haga conducir con el cuerpo inclinado mirando por los laterales de la máquina.
- Para descarga de materiales en proximidad de bordes de taludes se colocarán topes de tal forma que se impida la excesiva aproximación del dúmper al borde.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Asimismo, estos vehículos dispondrán de cinturón de seguridad que impida que en caso de vuelco el conductor pueda salir despedido.
- Antes de emprender la marcha el basculante deberá estar bajado.
- Al circular cuesta abajo debe estar metida una marcha, nunca debe hacerse en punto muerto.
- La velocidad máxima de circulación en obra será de 20 km/h (deberá existir por ello la pertinente señal en obra).
- En el caso de circular por vía pública cumplirán las indicaciones del código de circulación, por ello deberán estar matriculados y tendrán una luz rotativa indicando su presencia y desplazamiento.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Está absolutamente prohibido transportar personas.
- El conductor deberá utilizar cinturón antivibratorio.

5.3.5 Grúa autopropulsada

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel (durante el estribado o recepción de la carga).
- Caída de objetos desprendidos (por fallo del circuito hidráulico o frenos, por choque de la carga o del extremo de la pluma contra obstáculo, por rotura de cables o de otros elementos auxiliares como ganchos y poleas y por enganche o estribado deficiente de la carga).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas (golpe por la carga durante la maniobra o por rotura del cable).
- Atrapamientos por o entre objetos (entre elementos auxiliares como ganchos, eslingas, poleas o por la propia carga).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (vuelco por nivelación defectuosa, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos (durante la preparación de la carga).
- Contactos eléctricos (por contacto con línea eléctrica).
- Contactos térmicos.
- Exposición a contaminante químico: gases (por gases de escape motores combustión por reglaje defectuoso).
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- La grúa que se utilice será la adecuada, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.

- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Antes de la utilización de la grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación de la grúa autopropulsada se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
    - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
    - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- En la proximidad a taludes, zanjas, etc. no se permitirá ubicar la grúa sin permiso del Responsable de la Obra que indicará las distancias de seguridad a la misma y tomará medias de refuerzo y entibación que fuesen precisas.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos)

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
- Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
- Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
- No desplazar la carga por encima del personal.
- Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.

Medios de protección

- El gancho de la grúa autopropulsada estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa, para lo cual previamente se habrá señalizada y acotada esta zona.
- No debe permitirse a otras personas viajar sobre el gancho, eslingas o cargas.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo) y el código de señales definido por la norma UNE-003, los cuales deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.
- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Distancias de seguridad

- En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor que las indicadas a continuación dependiendo de la tensión nominal de la línea eléctrica:

Tensión nominal instalación (kV)	**Distancia mínima D_{prox-2} (m)**
< 66	3
66 < V_n < 220	5
V_n > 220	7

- Si no es posible realizar el trabajo en adecuadas condiciones de seguridad, guardando las distancias de seguridad, se lo comunicará al Responsable de los Trabajos quién decidirá las medidas a adoptar (solicitud a la Compañía Eléctrica del corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos, instalación de pantallas de protección, colocación de obstáculos en el suelo, etc.).

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
    - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.

- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.3.6 Camión grúa

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de protección.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.

Medidas preventivas

Formación y condiciones del operador

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- No operar la grúa si no se está en perfectas condiciones físicas. Avisar en caso de enfermedad.

Comprobaciones previas (precauciones)

- El camión grúa que se utilice será adecuado, en cuanto a su fuerza de elevación y estabilidad, a la carga que deba izar.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Previamente al inicio de las tareas de carga se colocarán calzos en todas las ruedas para evitar deslizamientos.
- Antes de la utilización del camión grúa habrán de haberse revisado los cables, desechando aquellos que presenten un porcentaje de hilos rotos igual o superior al 10%.
- Antes de utilizar la grúa se comprobará el correcto funcionamiento de los embragues de giro y elevación de carga y pluma. Esta maniobra se hará en vacío.

Emplazamiento

- Antes de la colocación del camión grúa se estudiará el lugar más idóneo, teniendo en cuenta para ello lo siguiente:
    - Deben evitarse las conducciones eléctricas, teniendo en cuenta que ni la pluma, ni el cable, ni la carga pueden pasar en ningún caso a menos de 5 metros de una línea eléctrica.
    - Está prohibido pasar con cargas por encima de personas.

Estabilidad

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.

Estabilizadores (apoyos telescópicos)

- Posicionada la máquina, obligatoriamente se extenderán completamente y se utilizarán los apoyos telescópicos de la misma, aún cuando la carga a elevar con respecto al tipo de grúa aparente como innecesaria esta operación. Dichos estabilizadores deberán apoyarse en terreno firme.
- Cuando el terreno ofrezca dudas en cuanto a su resistencia, los estabilizadores se apoyarán sobre tablones o traviesas de reparto.
- Extendidos los estabilizadores se calculará el área que encierran, comprobando con los diagramas que debe llevar el camión, que es suficiente para la carga y la inclinación requerida.
- Sólo en aquellos casos en donde la falta de espacio impida el uso de los apoyos telescópicos se procederá al izado de la carga sin mediación de estos cuando se cumpla:
    - Comprobación de la posibilidad de llevar a cabo el transporte de la carga (verificación diagramas, peso carga, inclinación, etc.).
    - Antes de operar con la grúa se dejará el vehículo frenado, calzadas sus ruedas y los estabilizadores.
    - No desplazar la carga por encima del personal.
    - Se transportará la carga evitando oscilaciones pendulares de la misma.

Peso de la carga

- Con anterioridad al izado se conocerá con exactitud o, en su defecto, se calculará el peso de la carga que se deba elevar.
- No se superará, en ningún caso, la carga máxima de la grúa ni la extensión máxima del brazo en función de dicha carga.

Medios de protección

- Se comprobará que todos los ganchos están provistos de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.

- Deberán ir indicadas las cargas máximas admisibles para los distintos ángulos de inclinación.

Choque contra objetos

- Cuando se trabaje sin carga se elevará el gancho para librar personas y objetos.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.

Precauciones durante el izado

- Levante una sola carga cada vez y siempre verticalmente.
- Mantenga siempre la vista en la carga. Si debe mirar hacia otro lado pare las maniobras.
- Si la carga, después de izada, se comprueba que no está correctamente situada, debe volver a bajarse despacio.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella, sobre el personal.
- No se permitirá la permanencia de personal en la zona del radio de acción de la grúa.
- No se permitirá el transporte de personas colgadas del gancho de la grúa ni encaramados en la carga transportada por la misma.
- No debe abandonarse el mando de la máquina mientras penda una carga del gancho.

Condiciones sobre la carga izada

- Los materiales que deban ser elevados por la grúa. Obligatoriamente deben estar sueltos y libres de todo esfuerzo que no sea el de su propio peso.
- Las cargas estarán adecuadamente sujetas mediante flejes o cuerdas. Cuando proceda se usarán bateas emplintadas.
- Las cargas suspendidas se gobernarán mediante cuerdas o cabos para la ubicación de la carga en el lugar deseado.
- Si la carga o descarga del material no fuera visible por el operado se colocará un encargado que señalice las maniobras debiendo cumplir únicamente aquellas que este último le señale.

Señalista

- En caso de que el operario que maneje la grúa no pueda ver parte del recorrido, precisará la asistencia de un señalista. Para comunicarse entre ellos emplearán el código del Anexo VI del R.D. 485/1997 (sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo), el cual deberán conocer perfectamente.
- En todo momento la maniobra será dirigida por un único operario que será el que tenga el mando de la grúa, excepto en la parte del recorrido en el que éste no pueda ver la carga, en la que dirigirá la maniobra el señalista.
- El operario que esté dirigiendo la carga ignorará toda señal proveniente de otras personas, salvo una señal de parada de emergencia, señal que estará clara para todo el personal involucrado.

- No se permitirá dar marcha atrás sin la ayuda de un señalista (tras la máquina puede haber operarios y objetos).

Señalización

- Si fuese necesario ocupar transitoriamente la acera se canalizará el tránsito de los peatones de tal forma que, por el exterior de la misma, con protección de vallas metálicas de separación de áreas.
- Se acotarán a nivel de terreno, las zonas que se vean afectadas por los trabajos para evitar el paso o permanencia del tránsito de peatones o de otros operarios en la zona ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas.

Contacto eléctrico con línea eléctrica aérea

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.
- En el caso de contacto con una línea eléctrica aérea el conductor de la grúa seguirá las siguientes instrucciones:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar, advirtiendo a las personas que allí se encuentran que no deben tocar la máquina.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

5.3.7 Camión hormigonera

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Choque o contacto con elementos móviles (por manejo canaleta).
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos (durante el despliegue, montaje y desmontaje de las canaletas).
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos (caída a zanjas).
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Sobreesfuerzos.

- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina).
- Calzado de seguridad.
- Guantes de seguridad contra agresivos mecánicos.
- Guantes de seguridad contra la acción del cemento que eviten aparición de dermatitis.
- Chaleco reflectante (a usar cuando se abandone la cabina de la máquina en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El manejo lo realizará personas con formación específica y práctica en esta labor.
- El ascenso y descenso al camión hormigonera se realizará frontalmente al mismo, haciendo uso de los peldaños y asideros dispuestos para tal fin, evitando el ascenso a través de las llantas y el descenso mediante saltos.

Vuelco de la máquina

- Se evitará que las zonas de acceso o circulación de los camiones se haga por rampas que superen una pendiente de 20% (como norma general), en prevención de atoramientos o vuelco de los camiones hormigoneras.

Operación de vertido

- Para evitar la aproximación excesiva de la máquina a bordes de taludes y evitar vuelcos o desprendimientos se señalizarán dichos bordes, no permitiendo el acercamiento de maquinaria pesada a menos de 2 metros.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durante las operaciones de vertido, serán dirigidas por un señalista, en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.
- Durante las operaciones de vertido se calzarán todas las ruedas, con el fin de evitar deslizamientos o movimientos por fallo de los frenos.

Atrapamientos

- El operario que despliegue el canal de vertido de hormigón del camión hormigonera, deberá prestar sumo cuidado para no verse expuesto a amputaciones traumáticas por cizallamiento en la operación de basculamiento y encaje de los módulos de propagación.
- Una vez que acabe el hormigonado se recogerá la canaleta hasta la posición de lavado del camión hormigonera para evitar movimientos incontrolados.

Mantenimiento

- La limpieza de la cuba y canaletas se efectuará en los lugares previamente indicados, en prevención de riesgos por la realización de trabajos en zonas próximas a otros tajos.
- El mantenimiento y las intervenciones en el motor se realizarán por personal formado para dichos trabajos previendo las proyecciones de líquidos a altas temperaturas, incendio por líquidos inflamables o atrapamientos por manipulación de motores en marcha o partes en movimiento.

Riesgo eléctrico

- Se señalizará la existencia de líneas aéreas eléctricas mediante banderolas que impidan el paso a vehículos que superen el gálibo marcado.

5.3.8 Compactadora

Medidas preventivas

- Serán de aplicación todas las normas recogidas en el apartado "Maquinaria de movimiento de tierras en general".
- En la corona de un talud no se acercará al borde del mismo y la compactación se efectuará con pasadas de poca anchura.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada o pórtico de seguridad.
- Está prohibido acceder a la máquina encaramándose por los rodillos.
- Se mantendrá despejada la zona de actuación impidiendo el acceso de operarios ante el posible riesgo de atropello.
- Se prohíbe expresamente aprovechar la sombra proyectada por el rodillo vibrante.
- El maquinista comprobará siempre, antes de subir a la cabina, que no hay ninguna persona dormitando en la sombra proyectada por la máquina.
- El usuario deberá utilizar expresamente cinturón antivibratorio.

5.3.9 Maquinas herramientas en general

Riesgos

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Riesgo eléctrico.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Explosiones por trasiego de instrumentos.

Medidas preventivas

- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar operaciones o manipulaciones en la máquina accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc., se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante "montacorreas" (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etc., para el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de una malla metálica, que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería, que no respondan a todas las órdenes recibidas como se desea, pero si a algunas, se paralizarán inmediatamente quedando señalizadas mediante una señal de peligro con la leyenda: "NO CONECTAR, EQUIPO (O MÁQUINA) AVERIADO", retirando la manguera de alimentación, y si los lleva quitando los fusibles o contadores.
- Los letreros con leyendas de "MÁQUINA AVERIADA", "MÁQUINA FUERA DE SERVICIO", etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Toda maquinaria a emplear en esta obra dispondrá de los medios de protección (en todos los sentidos) originales de fábrica, aquellas máquinas que por su antigüedad o por cualquier otra razón no disponga de los medios de protección exigibles según Normativa, Plan de Seguridad y Salud o del Responsable de Proyecto (Dirección Facultativa), será rechazado.

- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de obra.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidos mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 36 V.
- El transporte aéreo mediante grúa de las máquinas-herramienta (mesa de sierra, tronzadora, dobladora, etc.) se realizará ubicándola flejada en el interior de una batea emplintada resistente, para evitar el riesgo de caída de la carga.
- En prevención de los riegos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas- herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.
- Siempre que no sea posible lo indicado en el punto anterior, las máquinas-herramienta con producción de polvo se utilizarán a sotavento, para evitar el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
- Las máquinas herramientas de alta sonoridad (ruidosas) se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 metros (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico (compresores, grupos electrógenos, etc.).
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos.
- Se prohíbe el uso de máquinas herramientas el personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas herramientas, se instalarán de forma aérea. Se señalizarán mediante cuerdas de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riegos de tropiezo o corte del circuito de presión.

5.3.10 Cabestrante de izado

Riesgos

- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Contactos eléctricos (con líneas aéreas).
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas preventivas

- Se estudiará su traslado con detalle de cargas y dimensiones, tanto del vehículo como de las vías que utilizará.
- Durante la operación de izado, el personal se mantendrá alejado de la vertical de la carga.
- La maquinaria será utilizada preferentemente por la misma persona, debidamente instruida en su utilización y mantenimiento.
- Se procederá a la parada total de la máquina antes de efectuar cualquier reparación, engrase o rectificación de la maquinaria.
- Los cabrestantes deberán llevar un dispositivo que automáticamente o manualmente detenga la carga en la posición que se le marque, así como enclavamiento y marcha atrás.
- Todas las máquinas dispondrán de protecciones que impidan el acceso a las partes móviles de las mismas.
- Se estudiará el emplazamiento más adecuado para las máquinas de tiro, las cuales se colocarán suficientemente ancladas y serán conectadas a una toma de tierra efectiva.

5.3.11 Dobladora mecánica de ferralla

Riesgos

- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

Medidas preventivas

- La descarga de la dobladora y su ubicación "in situ", se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los 4 ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina. Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos.
- El apoyo de la dobladora de ferralla será estable y horizontal.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- Como todo equipo conectado a la corriente eléctrica, la dobladora de ferralla tendrá conectada a tierra todas sus partes metálicas, en prevención del riesgo eléctrico.
- La manguera de alimentación de la dobladora se llevará hasta esta adecuadamente protegida (enterrada) para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la dobladora.

5.3.12 MESA DE SIERRA CIRCULAR

Riesgos

- Contacto con el disco en movimiento.
- Retroceso y proyección de la madera.
- Atrapamiento con las correas de transmisión.
- Proyección de partículas y polvo.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.
- Riesgos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

Medidas preventivas

- La sierra será utilizada sólo por personal autorizado y con la formación adecuada.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos.

- El apoyo de la sierra será estable y horizontal.
- Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares extendidos. Estos se mantendrán solidarios al resto de la mano.
- Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina.
- Todos los clavos o elementos metálicos se extraerán previamente al corte de la madera.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- En caso de que el disco muestre síntomas de deterioro (fisuras, dientes rotos, etc.) se sustituirá inmediatamente.
- El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la sierra.
- Para proceder a la eliminación de serrín o virutas acumuladas se desconectará previamente la máquina de su fuente de alimentación.
- Se desecharán de la obra los equipos que no cumplan con:
    - La carcasa superior que protege al disco deberá ser regulable automáticamente (el movimiento del resguardo será solidario con el avance de la pieza y soportará la proyección del disco en caso de rotura).
    - La distancia entre el cuchillo divisor y el disco no será mayor de 10 mm y la altura del disco sobre la mesa de corte podrá exceder como máximo en 5 mm a la del cuchillo.
    - El eje de giro estará perfectamente equilibrado (para así evitar roturas).
    - Tendrá un dispositivo de marcha-paro tal que si por cualquier motivo se interrumpe el fluido eléctrico sea necesaria una acción de rearme para que el disco inicie nuevamente el movimiento de giro.

5.3.13 Cortadora de material cerámico (corte húmedo)

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles (contacto con el disco en movimiento).
- Golpes o cortes por objetos o herramientas (rotura del disco).
- Atrapamiento por o entre objetos (con las correas de transmisión).
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas antiimpactos o pantalla facial.

Medidas preventivas

- La sierra será utilizada sólo por personal autorizado y con la formación adecuada.
- La ubicación en la obra del equipo no provocará interferencias con el paso de trabajadores ni otros trabajos y además estará bien ventilada si no es del tipo de corte bajo chorro de agua.
- El apoyo de la cortadora será estable y horizontal.
- Se mantendrá un orden y limpieza permanente de las zonas de alrededor de la máquina.
- Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares extendidos. Estos se mantendrán solidarios al resto de la mano.
- Para las piezas pequeñas se utilizará un empujador apropiado.
- La pieza a cortar no deberá presionarse contra el disco, de forma que pueda bloquear éste. Asimismo, la pieza no presionará el disco en oblicuo por el lateral.
- Antes de iniciarse la jornada de trabajo se revisará que todos los elementos de seguridad se encuentren en perfecto estado.
- En caso de que el disco muestre síntomas de deterioro (fisuras, dientes rotos, etc.) se sustituirá inmediatamente.
- El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.
- Los operarios no inutilizarán ningún resguardo presente en la cortadora.
- La manguera de alimentación eléctrica deberá encontrarse en perfecto estado, prestando especial atención en máquinas de corte con agua.
- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- Se vigilará la correcta puesta a tierra y continuidad de esta línea.

5.3.14 Compresor

Riesgos

- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas.
- Choque contra objetos móviles (caída de máquina por terraplén).
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas (emanación de gases tóxicos por escape del motor).
- Contactos térmicos.
- Incendio o explosiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos (para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Guantes de goma o PVC.

Medidas preventivas

- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se mantendrá a una distancia mayor de 2 metros del borde de coronación de cortes y taludes (para evitar el desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga).
- El compresor se situará en terreno horizontal, con sus ruedas calzadas y con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Con el fin de evitar atrapamientos por órganos móviles, quemaduras e incluso disminuir los niveles de ruido, las carcasas deberán permanecer siempre cerradas.
- Es preferible el uso de compresores con bajo nivel de sonoridad, advirtiendo en caso contrario el alto nivel sonoro en la zona alrededor del compresor.
- Se procurará que los trabajadores permanezcan alejados a unos 15 metros de distancia del compresor, evitando así los riesgos producidos por el ruido.
- Las mangueras se protegerán de las agresiones, distribuyéndose evitando zona de pasos de vehículos. Si se distribuyen verticalmente se sostendrán sobre soportes tipo catenarias o cables.
- Se procederá periódicamente a la revisión de elementos del compresor tales como mangueras, carcasas, bridas de conexión y empalme, etc. para evitar un desgaste o deterioro excesivo, procediendo a la sustitución en caso necesario.

5.3.15 Martillo neumático

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Contactos eléctricos.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.
- Rotura de la manguera de presión o proyecciones de aire comprimidos al efectuar conexiones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.
- Gafas para proyección de partículas.

- Cinturón lumbar antivibraciones.
- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- Previamente al comienzo de los trabajos se deberá tener conocimiento del trazado de conducciones enterradas (gas, electricidad, agua, etc.) y solicitar el corte de suministro de la compañía en caso necesario.
- Los compresores se situarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- Las operaciones de mantenimiento y de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado en prevención de incendios o de explosión.
- Se revisará con periódicamente el estado de las mangueras de presión y compresores, así como los empalmes efectuados en dichas mangueras.
- Las mangueras se distribuirán por zonas donde no haya tránsito de vehículos, protegiéndose de posibles agresiones mecánicas.
- En aquellas situaciones donde exista riesgo de caída de altura, se procurará una protección colectiva (barandilla, etc.) y en el caso de que no sea posible se recurrirá al uso de cinturones de seguridad (anticaídas o sujeción) y se dispondrá de los puntos fuertes adecuados para el amarre de los mismos.
- Manejar el martillo agarrado a la cintura-pecho. En ocasiones puede emplearse un caballete de apoyo para trabajos en horizontal.
- No se hará palanca con el martillo en marcha.

5.3.16 Pequeña compactadora

Riesgos

- Caída de personas al mismo nivel.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Exposición a agente físico: ruido.
- Exposición a agente físico: vibraciones.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Guantes.
- Mascarilla antipolvo.

- Chaleco reflectante (en trabajos nocturnos o lugares con poca iluminación en condiciones de escasa visibilidad y con riesgo de atropello por máquinas o vehículos).

Medidas preventivas

- El personal que maneje los pisones mecánicos, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de la máquina.
- No se admitirán aquellas máquinas que no dispongan de resguardos que protejan las partes móviles susceptibles de provocar atrapamientos o aplastamientos.
- Los desplazamientos con la máquina serán siempre frontales en ambos sentidos pero nunca laterales.
- La zona de compactación se encontrará adecuadamente señalizada.
- No se permitirá que el dispositivo de "hombre muerto" se encuentre puenteado.

5.3.17 Hormigonera

Riesgos

- Choques contra objetos móviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Choques y contactos con objetos y elementos móviles.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzo.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Exposición a agente físico: ruido.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de seguridad de gomas.
- Guantes.
- Gafas para proyección de partículas.
- Mascarilla antipolvo.
- Cinturones lumbares.

Medidas preventivas

- El personal encargado del manejo de la hormigonera será autorizado mediante acreditación escrita.
- Las hormigoneras se alojarán sobre superficies planas y niveladas y en caso de contar con ruedas estas se calzarán.
- Se evitará la ubicación de estas hormigoneras en la proximidad de bordes de excavación, taludes o forjados, estableciendo una distancia mínima de 2 metros ni en zonas de batido de cargas suspendidas.
- En caso de hormigoneras con motor de explosión se alojarán en lugares ventilados, nunca junto a la entrada de pozos o galerías.
- La botonera de las hormigoneras eléctricas será estanca, debiendo estar situada alejada de los órganos de transmisión.
- Las operaciones de limpieza del interior del bombo se efectuarán con el mismo completamente parado y desconectando la hormigonera de la red eléctrica en caso de estar alimentada por esta fuente de energía.
- Se habilitarán caminos de accesos para los dumpers, para evitar golpes o atropellos.
- Las hormigoneras tendrán protegidos, mediante resguardos, todos los órganos de transmisión (correas, poleas, corona y engranajes).
- No se usarán hormigoneras que no dispongan de pestillo de bloque del bombo, con el fin de evitar movimientos no deseados ni sobreesfuerzos.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- El traslado de la hormigonera mediante grúa se realizará con la ayuda de un balancín o aparejo indeformable que la suspenderá de cuatro puntos seguros.

5.3.18 Grupos electrógenos

Riesgos

- Choque contra objetos inmóviles.
- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Incendio.
- Ruido.
- Sobreesfuerzo.

Medidas preventivas

- Los equipos estarán situados en lugares ventilados, alejados de los puestos de trabajo (dado el ruido) y, en cualquier caso, alejados de bocas de pozos, túneles y similares.
- Se asentará sobre superficies planas y niveladas y si dispone de ruedas estas se calzarán.
- Todos los órganos de transmisión (poleas, correas,...) estarán cubiertos con resguardos fijos o móviles.
- Los bordes de conexión estarán protegidos ante posibles contactos directos.
- El almacenamiento de combustible (gasolina o gasoil) se hará alejado del mismo.

- Se dispondrá de extintor de polvo químico o CO_2 cerca del equipo.
- El grupo electrógeno deberá contar con un cuadro eléctrico que disponga de protección diferencial y magnetotérmica frente a las corrientes de defecto y contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Los cuadros eléctricos a los que alimenta el generador contarán con diferenciales y magnetotérmicos en caja normalizada, puesta a tierra de las masas metálicas, señal indicativa de riesgo eléctrico e imposibilidad de acceso de partes en tensión.
- Las conexiones se realizarán correctamente, mediante las preceptivas clavijas.
- La conexión a tierra se realizará mediante picas de cobre. La resistencia del terreno será la adecuada para la sensibilidad de los diferenciales, recomendándose de forma genérica que no sea superior a los 20 Ω.
- Cada vez que se utilice o cambie de situación y diariamente se comprobará que existe una correcta puesta a tierra de las masas.

5.3.19 Equipo de soldadura eléctrica

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos (quemaduras por salpicadura de metal incandescentes y contactos con los objetos calientes que se están soldando).
- Contactos eléctricos.
- Explosiones.
- Incendios.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Exposición a contaminantes químicos: humos metálicos (humos y gases de soldadura, intensificado por sistemas de extracción localiza inexistentes o ineficientes).
- Exposiciones a agentes físicos radiaciones no ionizantes (radiaciones en las bandas de UV visible e IR del espectro en dosis importantes nocivas para los ojos, procedentes del soplete y del metal incandescente del arco de soldadura).

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Polainas de cuero.
- Yelmo de soldador (casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero de manga larga.
- Manguitos de cuero.
- Mandil de cuero.

- Arnés de seguridad (cuando el trabajo así lo requiera).

Medidas preventivas

Riesgo eléctrico

- Obligatoriamente esta máquina estará protegida contra los contactos eléctricos indirectos por un dispositivo diferencial y puesta a tierra, además para el circuito secundario se dispondrá de limitador de tensión en vacío.
- Se revisarán periódicamente los revestimientos de las mangueras eléctricas de alimentación de la máquina, aislamiento de los bornes de conexión, aislamiento de la pinza y sus cables

Uso de equipos de protección

- El operario no deberá trabajar con la ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable.
- Cuando se trabaje en altura y sea necesario utilizar cinturón de seguridad, éste se deberá proteger para evitar que las chispas lo puedan quemar.
- Las proyecciones de partículas de metal fundido, pueden producir quemaduras al soldador. Para evitar el riesgo, obligatoriamente el soldador utilizará las prendas enumeradas con anterioridad.

Incendios y explosiones

- Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenan materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.
- Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.
- Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

Exposición a radiaciones

- Se protegerá mediante pantallas opacas el puesto del soldador, evitando así riesgos para el resto del personal.
- Las radiaciones producidas en las operaciones de soldadura pueden dañar a los ojos y cara del operador por lo que estos deberán protegerse adecuadamente contra sus efectos utilizando gafas de montura integral combinados con protectores de casco y sujeción manual adecuadas al tipo de radiaciones emitidas.
- Resulta muy conveniente el uso de placas filtrantes fabricadas de cristal soldadas que se oscurecen y aumentan la capacidad de protección en cuanto se enciende el arco de soldadura; tienen la ventaja que el oscurecimiento se produce casi instantáneamente y en algunos tipos en tan sólo 0,1 ms.
- Las pantallas o gafas deberán ser reemplazadas cuando se rayen o deterioren.

- Para prevenir las quemaduras por salpicaduras, contactos con objetos calientes o proyecciones, deben utilizarse adecuados equipos de protección individual.

Exposición a humos y gases

- Siempre que sea posible se trabajará en zonas o recintos especialmente preparados para ello y dotados de sistemas de ventilación general y extracción localizada suficientes para eliminar el riesgo.
- Es recomendable que los trabajos de soldadura se realicen en lugares fijos. Si el tamaño de las piezas a soldar lo permite es conveniente disponer de mesas especiales dotadas de extracción localizada lateral o posterior.
- Cuando es preciso desplazarse debido al gran tamaño de la pieza a soldar se deben utilizar sistemas de aspiración desplazables, siendo el caudal de aspiración función de la distancia entre el punto de soldadura y la boca de aspiración.

Mantenimiento

- Se procederá al cumplimiento de los métodos de mantenimiento preventivo aconsejados por el propio fabricante de la máquina, tanto en su periodicidad, como en los elementos por él destacados como más susceptibles de sufrir averías.

5.3.20 Radial

Riesgos

- Choques o contacto con objetos o elementos móviles.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (rotura del disco).
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones o pantallas faciales.
- Guantes de cuero.
- Mandiles de trabajo (según trabajos).

Medidas preventivas

- Sólo se permitirá su uso a personas autorizadas, con conocimientos sobre sus riesgos, medidas preventivas y con habilidades para su manejo con seguridad.
- Sólo se utilizarán radiales con el interruptor del tipo "hombre muerto".
- La presión que se ejerza con el disco no será excesiva ni lo apretará lateralmente contra las piezas ya que la sobrepresión puede originar la rotura del disco o calentamiento excesivo de la herramienta.

REVISIONES PREVIAS

- Diariamente, antes de utilizar la radial se debe inspeccionar el estado de la herramienta, cables, enchufe, carcasa, protección, disco; a fin de verificar deterioro en aislamiento, ajuste de las piezas, roturas, grietas o defectos superficiales en disco, etc. Repare o notifique los daños observados.
- El resguardo del disco debe estar puesto y firmemente ajustado, de modo que proteja en todo momento al operario que la utiliza de la proyección de fragmentos en caso de rotura accidental del disco.
- Verifique que el disco no se emplee a una velocidad mayor que la recomendada por el fabricante, ni que se ha colocado un disco de mayor diámetro, ya que pueden saltar trozos de disco al aumentar considerablemente la velocidad periférica del disco.
- Verifique la perfecta colocación de tuercas o platos fija-discos en la máquina, que es importante para el funcionamiento correcto y seguro del disco, así como el perfecto equilibrado del disco.

CAMBIO DEL DISCO

- Se seleccionará el disco correspondiente con el material a cortar o desbarbar.
- Antes de cambiar un disco, inspeccione minuciosamente el disco a instalar para detectar posibles daños, y practique una prueba de sonido, con un ligero golpe seco utilizando un instrumento no metálico. Si el disco está estable y sin daños, dará un tono metálico limpio ("ring"), de lo contrario, si el sonido es corto, seco o quebrado, el disco no deberá utilizarse.
- No utilizar un disco con fecha de fabricación superior al año y medio, aunque su aspecto exterior sea bueno; este factor y la humedad pueden ser motivo de rotura del disco en condiciones de trabajo normales.
- Todos los discos nuevos deben girar a la velocidad de trabajo y con el protector puesto al menos durante un minuto antes de aplicarle trabajo y sin que haya nadie en línea con la abertura del protector.

EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar gafas de seguridad y poner pantallas que protejan a compañeros de las proyecciones durante el uso de la radial.

DESCONEXIÓN

- Desconecte la herramienta (desenchufándola) al inspeccionarla, cambiar el disco o realizar algún ajuste.
- Para depositar la máquina será necesario que el disco se encuentre completamente parado.

5.3.21 Taladro

Riesgos

- Atrapamientos.

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Proyecciones por rotura de broca.
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.

Medidas preventivas

- Se seleccionará la broca adecuada para el material a perforar, así como el diámetro correspondiente al orificio deseado.
- Se evitará tratar de agrandar los orificios realizando movimientos circulares ya que la broca se puede partir.
- El taladro deberá sujetarse firmemente pero no se deberá presionar en exceso ya que se puede llegar a partir la broca.
- Para taladrar piezas pequeñas se deberán sujetar previamente y de forma firme las mismas empleando, si fuese necesario, mordazas.
- Para cambiar las obras se empleará la llave que acompaña al equipo, debiéndose desconectar previamente de la red.
- En los momentos en los que no se usa deberá colocarse en lugar seguro y asegurándose de la total detención del giro de la broca.

Riesgo eléctrico

- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.

Uso de Equipo de Protección Individual

- En los trabajos con riesgo de proyección de partículas se deberá hacer uso de gafas de seguridad contra impactos mecánicos.

5.3.22 Vibrador

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes o cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas (salpicaduras de lechada).
- Contactos eléctricos.

Equipos de Protección Individual

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Botas de goma.
- Arnés de seguridad.
- Protección auditiva.

Medidas preventivas

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- En las situaciones de riesgo de caída en altura (proximidad de huecos, etc.) se dispondrán protecciones colectivas y se hará usó del arnés de seguridad.
- Las conexiones de efectuarán con las correspondientes clavijas.
- El cable de alimentación estará en buen estado.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.
- El equipo contará con la correspondiente puesta a tierra.
- No se dejará funcionar en vacío, ni se moverá tirando de los cables.
- El operario contará con ropa y calzado impermeables, debiendo hacer uso de protección ocular contra las posibles salpicaduras.

5.3.23 Herramientas manuales

Riesgos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Pisadas sobre objetos.
- Trastornos musculoesqueléticos.

Medidas preventivas generales

- Antes de usarlas, inspeccionar cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, cortantes y susceptibles de proyección.
- Se utilizarán exclusivamente para la función que fueron diseñados.

Características generales que se deben cumplir

- Tienen que estar construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.
- La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los mismos.
- Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas.
- Se adaptarán protectores adecuados a aquellas herramientas que lo admitan.
- Efectuar un mantenimiento de las herramientas manuales realizándose una revisión periódica, por parte de personal especializado, del buen estado, desgaste, daños, etc.
- Además, este personal se encargará del tratamiento térmico, afilado y reparación de las herramientas que lo precisen. Retirar de uso las que no estén correctamente.

Instrucciones generales para su manejo

- Seleccionar y realizar un uso de las herramientas manuales adecuado al tipo de tarea, (utilizarlas en aquellas operaciones para las que fueron diseñadas). De ser posible, evitar movimientos repetitivos o continuados.
- Mantener el codo a un costado del cuerpo con el antebrazo semidoblado y la muñeca en posición recta.
- Usar herramientas livianas, bien equilibradas, fáciles de sostener y de ser posible, de accionamiento mecánico.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal que den apoyo a la mano de la guía y cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano. Usar también herramientas que ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.
- Usar herramientas con esquinas y bordes redondeados.
- Cuando se usan guantes, asegurarse de que ayuden a la actividad manual pero que no impidan los movimientos de la muñeca a que obliguen a hacer una fuerza en posición incómoda.
- Usar herramientas diseñadas de forma tal, que eviten los puntos de pellizco y que reduzca la vibración.
- Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.

Medidas preventivas específicas

Cinceles y punzones

- Se comprobará el estado de las cabezas, desechando aquellos que presenten rebabas o fisuras.
- Se transportarán guardados en fundas portaherramientas.
- El filo se mantendrá en buen uso, y no se afilarán salvo que la casa suministradora indique tal posibilidad.
- Cuando se hayan de usar sobre objetos pequeños, éstos se sujetarán adecuadamente con otra herramienta.
- Se evitará su uso como palanca.
- Las operaciones de cincelado se harán siempre con el filo en la dirección opuesta al operario.

Martillos

- Se inspeccionará antes de su uso, rechazando aquellos que tengan el mango defectuoso.
- Se usarán exclusivamente para golpear y sólo con la cabeza.
- No se intentarán componer los mangos rajados.
- Las cabezas estarán bien fijadas a los mangos, sin holgura alguna.
- No se aflojarán tuercas con el martillo.
- Cuando se tenga que dar a otro trabajador, se hará cogido por la cabeza. Nunca se lanzará.
- No se usarán martillos cuyas cabezas tengan rebabas.
- Cuando se golpeen piezas que tengan materiales que puedan salir proyectados, el operario empleará gafas contra impacto.
- En ambientes explosivos o inflamables, se utilizarán martillos cuya cabeza sea de bronce, madera o poliester.

Alicates

- Para cortar alambres gruesos, se girará la herramienta en un plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los extremos del mismo; emplear gafas contra impactos.
- No se usarán para aflojar o soltar tornillos.
- Nunca se usarán para sujetar piezas pequeñas a taladrar.
- Se evitará su uso como martillo.

Destornilladores

- Se transportarán en fundas adecuadas, nunca sueltos en los bolsillos.
- Las caras estarán siempre bien amoladas.
- Hoja y cabeza estarán bien sujetas.
- No se girará el vástago con alicates.
- El vástago se mantendrá siempre perpendicular a la superficie del tornillo.
- No se apoyará el cuerpo sobre la herramienta.
- Se evitará sujetar con la mano, ni apoyar sobre el cuerpo la pieza en la que se va a atornillar, ni se pondrá la mano detrás o debajo de ella.

Limas

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Tendrán el mango bien sujeto.
- Las piezas pequeñas se fijarán antes de limarlas.
- Nunca se sujetará la lima para trabajar por el extremo libre.
- Se evitarán los golpes para limpiarlas.

Llaves

- Se mantendrán siempre limpias y sin grasa.
- Se utilizarán únicamente para las operaciones que fueron diseñadas. Nunca se usarán para martillear, remachar o como palanca.
- Para apretar o aflojar con llave inglesa, hacerlo de forma que la quijada que soporte el esfuerzo sea la fija.
- No empujar nunca la llave, sino tirar de ella.
- Evitar emplear cuñas. Se usarán las llaves adecuadas a cada tuerca.
- Evitar el uso de tubos para prolongar el brazo de la llave.

5.4 RELATIVOS LOS MEDIOS AUXILIARES

5.4.1 Andamios en general

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Atrapamientos y cortes durante el montaje.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad (en las operaciones de montaje y desmontaje y siempre que lo indique el fabricante).
- Cuerdas de amarre.

5.4.2 Andamios tubulares

Medidas preventivas

- Todos los andamios tubulares a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre "Prescripciones de los medios auxiliares".
- Está prohibido expresamente el apoyo sobre suplementos formados por ladrillos, bidones, pilas de materiales diversos, etc.
- El acceso a estas estructuras tubulares se hará siempre por medio de escaleras. Sólo en los casos que estén debidamente justificados en la evaluación de riesgos podrá hacerse desde el edificio, por medio de plataformas o pasarelas debidamente protegidas.
- No se apilarán sobre las plataformas de los andamios más materiales que los necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.
- No se amasarán pastas sobre las plataformas, ya que estas pueden provocar que esta se vuelva resbaladiza.
- No se trabajará simultáneamente en dos plataformas que estén en la misma vertical. Si se debiera permitir trabajar al mismo tiempo en plataformas superpuestas, se instalará una visera o plataforma intermedia de protección.
- Estará prohibido trabajar o permanecer a menos de 4 metros del andamio, así como arrojar directamente escombros o material desde las plataformas. Los escombros y asimilables se descenderán en el interior de cubos mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.
- Los trabajos se suspenderán con fuertes vientos o tormentas.

5.4.3 Andamios móviles

Medidas preventivas

- Todos los andamios móviles a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre "Prescripciones de los medios auxiliares".
- Los andamios móviles no se emplearán en superficies que no estén a nivel o en pavimentos con pendiente. Si ésta no es muy pronunciada, cuando sea imperativo utilizar un andamio, se bloquearán las ruedas y se corregirá la verticalidad con los husillos de nivelación.
- Se prohibirá desplazar el andamio con material o personal en la plataforma.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.
- No se comenzará ningún trabajo sobre las plataformas sin haber fijado los frenos de las ruedas. Está prohibido el uso de cuñas de frenado por ser inseguras.

5.4.4 Andamios de borriquetas

Medidas preventivas

- Todos los andamios de borriquetas a utilizar en obra cumplirán con las prescripciones detalladas en el apartado 4 del Pliego de Condiciones sobre "Prescripciones de los medios auxiliares".
- No se prepararán andamios de borriquetas sobre las plataformas de otros andamios.
- Estará prohibido formar andamiadas con materiales de construcción como bovedillas, ladrillos, etc., así como bidones o cualquier elemento auxiliar no específico para tal fin.
- No se sobrecargarán las andamiadas.
- Las cargas se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo.

5.4.5 Plataforma elevadora autopropulsada

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Contacto eléctrico con líneas eléctricas aéreas.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Cinturón portaherramientas.
- Arnés de seguridad.

Medidas preventivas

General

- Se respetarán todas las recomendaciones de precaución e instrucciones de los adhesivos colocados en el bastidor portante, en la pluma y en la plataforma.
- Rehusar utilizar o subir a una plataforma que no funcione correctamente.
- No se permitirá que ninguna persona carente de autorización utilice la plataforma.
- Ante una situación de vuelco inminente, comenzar a retraer la pluma. Nunca bajarla, ni extenderla, ya que con ello se agravaría el problema.
- Los mandos inferiores de control prioritario sólo deben utilizarse en caso de emergencia.
- No se retirará ningún resguardo de la plataforma elevadora.

- No se utilizará el equipo de trabajo para levantar pesos, de forma no autorizada. No se manipularán materiales voluminosos.

Condiciones técnicas

- La plataforma dispondrá de barandillas de protección en todo el perímetro.
- Poseerá un órgano de accionamiento para la marcha y otro para el paro.
- Dispondrá de parada de emergencia.
- Dispondrá de dos velocidades de desplazamiento, empleando la lenta para moverse con la plataforma elevada.
- Tendrá doble mando en la base y plataforma bloqueables con llave única.
- Dispondrá de una válvula para bajada manual de emergencia.
- Estará dotada de limitadores de carga y alcance y de un control de horizontabilidad.
- Las conexiones eléctricas se realizarán mediante manguera y conectores normalizados.

Previamente al comienzo de los trabajos

- Se realizará una inspección cuidadosa del terreno sobre el que se vaya a trabajar.
- Se comprobarán las pendientes máximas admisibles (de forma general no deberá conducirse, ni circular por pendientes de más de 5 grados de inclinación) y diagramas de cargas, de acuerdo con lo establecido por el fabricante, que lo indicará en una placa grabada en la zona de operaciones.
- Antes de utilizar la plataforma, asegurarse de que todos los sistemas funcionan perfectamente y que todos los dispositivos de seguridad incorporados operan de modo satisfactorio.
- Antes de manejar los mandos de desplazamiento de la máquina, comprobar la posición de la torre con respecto al sentido de marcha previsto.

Durante la maniobra

- Antes de elevar la pluma de la plataforma, esta deberá encontrarse situada sobre una superficie firme y perfectamente horizontal, con los neumáticos inflados a la presión correcta. Durante el trabajo la plataforma ha de estar correctamente nivelada.
- Comprobar siempre que haya espacio suficiente para el giro de la parte posterior de la superestructura antes de hacer girar la pluma.
- No deberá rebasarse la capacidad nominal máxima de carga. Esta comprende el peso del personal, los accesorios y todos los demás elementos colocados o incorporados a la plataforma. Las cargas deberán distribuirse uniformemente por el piso de la plataforma elevadora.
- Colocar la pluma siempre orientada en la dirección de desplazamiento. Una persona debe guiar la maniobra si algún obstáculo impide la visibilidad.
- Evitar las arrancadas y paradas bruscas ya que originan un aumento de la carga y puede provocar el vuelco de la máquina o una avería estructural.

Condiciones ambientales

- Se debe tener en cuenta el estado del tiempo antes de trabajar con la plataforma en exteriores. Se suspenderán los trabajos cuando existan regímenes de fuertes vientos, tormenta eléctrica, nevadas o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas.
- Cuando se realicen trabajos sometidos a temperaturas extremadamente elevadas se pospondrán las acciones el tiempo necesario para que baje la temperatura, de forma que no se esté expuesto en ningún momento a un posible golpe de calor.

Equipos de Protección Individual

- Utilizar siempre el equipo de protección personal y la ropa de trabajo apropiada para cada tarea u operación, llevar siempre colocado un arnés de seguridad cuando se encuentre en la plataforma.

Distancias de seguridad

- Se prohíbe la permanencia de personas en torno a la plataforma a distancias inferiores a 5 metros.

Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención en casos de proximidad de los trabajos a líneas eléctricas aéreas, respetándose las distancias de seguridad:

Tensión entre fases (kV)	**Distancia mínima (m)**
≤ 66	3
66 < V_f ≤ 220	5
> 220	7

- En los trabajos efectuados a distancias menores de las indicadas se adoptarán medidas complementarias que garanticen su realización con seguridad, tales como interposición de pantallas aislantes protectoras, obstáculos en el área de trabajo, resguardos en torno a la línea, etc. En el caso de que estas medidas no puedan realizarse o no sean efectivas, se solicitará la consignación o descargo de las instalaciones próximas en tensión.
- Se evitará el paso de vehículos sobre cables de alimentación eléctrica. En caso contrario y cuando no se puedan desviar, se colocarán elevados y fuera del alcance de los vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente.

Mantenimiento

- La máquina se mantendrá en perfecto estado de limpieza.
- La maquinaria utilizada deberá someterse a un adecuado mantenimiento según las indicaciones del fabricante.
- Las tareas de mantenimiento no se realizarán con la máquina en marcha.

5.4.6 Escaleras manuales

Riesgos

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Exposición a las condiciones atmosféricas (derivados del trabajo realizado a la intemperie).
- Deslizamientos y vuelcos por apoyos incorrectos y rotura de la escalera por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Contacto eléctrico.

Equipos de Protección Individual

- Casco.
- Calzado de seguridad.
- Arnés o cinturón de seguridad para trabajos por encima de 3,5 metros de altura.
- Cuerdas de amarre.
- Cinturón portaherramientas.

Medidas preventivas

- Antes de subir a una escalera portátil, verificar que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, aceite u otra sustancia que pueda ocasionar resbalones.
- Cuando emplee una escalera para subir a un techo, andamio, plataforma, etc., la parte superior de la escalera ha de sobrepasar por lo menos 1 metro.

Transporte

- Para transportar una escalera se debe hacer con la parte delantera baja, mirando bien por donde se pisa para evitar tropezar y golpear a otras personas. Para transportar una escalera muy larga, deberá pedirse ayuda a un compañero.

Caída a distinto nivel

- Nunca subirá a una escalera más de una persona.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde la escalera cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Subir y bajar de una escalera debe hacerse siempre de frente a ella utilizando las dos manos para asirse a los peldaños (no a los largueros).
- No se ocuparán nunca los últimos peldaños, se colocará a una distancia del punto de trabajo que permita mantener el equilibrio, no se estirará el cuerpo para alcanzar puntos alejados, se desplazará la escalera.

- Se prohíbe específicamente, desplazar, mover o hacer saltar la escalera con un operario sobre la misma. Para los desplazamientos será necesario bajarse cuantas veces sea preciso.

Señalización

- Cuando se coloque la escalera frente a una puerta o en una zona de paso se adoptarán medidas como bloquear el paso y señalizar la ubicación de la escalera.

Estabilidad

- Antes de utilizar una escalera portátil, verificar sus condiciones y rechazar aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Las escaleras portátiles se utilizarán de la forma y con las limitaciones establecidas por el fabricante.
- Las escaleras deben colocarse con una inclinación correcta. La relación entre longitud de la escalera y la separación en el punto de apoyo será de 4 a 1.
- Las escaleras no deben usarse como soporte de andamios, ni en cualquier otro cometido distinto de aquél para el que han sido diseñadas y construidas.
- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud de cuya resistencia no se tengan garantías.
- Los pies de la escalera deben apoyarse en una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, bidones, cajas, etc.
- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará, si es necesario, al paramento o estructura sobre el que se apoya y cuando éste no permita un apoyo estable, se sujetará al mismo mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes.

Subida de equipos o cargas

- Si han de llevarse herramientas u objetos, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que las manos queden libres.
- No se debe subir una carga de más de 30 kg sobre una escalera no reforzada.

Equipo de protección individual

- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
- Siempre que sea posible se utilizará la grúa con cesta, sobre todo en trabajos arriesgados en fachadas y cruces aéreos.

Riesgo eléctrico

- Se prestará especial atención y se mantendrán las distancias de seguridad con líneas eléctricas en tensión. Su manejo será vigilado directamente por el Jefe de Trabajo (Responsable de los Trabajos), delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.

Escaleras de tijera

- La posición de trabajo es la de máxima abertura.
- Nunca se emplearán como borriquetas donde fijar sobre sus peldaños plataformas de trabajo.
- El operario no debe situarse "a caballo" sobre ella. Se aconseja que la posición del trabajador sea tal que su cintura no sobrepase el último peldaño.

Mantenimiento

- Cuando no se usan, las escaleras portátiles deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Debe existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.
- Las escaleras portátiles no deben pintarse, ya que la pintura puede ocultar a la vista defectos o anomalías que pudieran resultar peligrosas. Todo lo más, se le puede aplicar un barniz completamente transparente o aceite de linaza.

Condiciones técnicas

- Escaleras manuales en general:
    - No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.
    - Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.
    - Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.
    - No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.
- Escaleras de madera:
    - La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.
    - Los largueros serán de una sola pieza.
    - Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.
    - Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.
- Escaleras metálicas:
    - Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.
    - Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.

- Escaleras de tijera:
    - Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.
    - Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.
    -

5.5 RELATIVOS AL ENTORNO

Dada las características de los trabajos, no se identifican riesgos de carácter notable debido al entorno. Tan sólo tener en cuenta que los trabajos se realizan en intemperie. La orografía del terreno se puede considerar como plana. No se esperan interferencias con otro tipo de actividades, debido a la naturaleza del entorno y al hecho de que el recinto de la obra se vallará, para evitar que personas ajenas a la misma puedan entrar. No obstante, si se pudieran producir interferencias con otros trabajos que se estén realizando en las proximidades de la obra, se establecerán las debidas medidas de coordinación entre las distintas empresas.

6. INFORMACIONES ÚTILES PARA TRABAJOS POSTERIORES

De acuerdo con lo establecido en el R.D. 1627/97, en el presente Estudio de Seguridad y Salud es intención definir, además de los riesgos previsibles inherentes a la ejecución de la obra, los riesgos y sus correspondientes medidas correctoras a considerar en relación con los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento de las obras una vez terminadas y durante el posterior proceso de utilización.

Los riesgos que aparecen en las operaciones de mantenimiento y conservación son muy similares a los que aparecen durante el proceso constructivo. Por ello remitimos a cada uno de los epígrafes de los desarrollados en el apartado 5. Evaluación de riesgos. Análisis y medidas preventivas.

No obstante, además de lo indicado anteriormente, durante la explotación de la subestación se cumplirán por las empresas y operarios todos los requisitos que establece la normativa referente a la prevención del riesgo eléctrico. Se cumplirán también todas las prescripciones de seguridad que establezca la empresa propietaria.

Zaragoza, septiembre de 2023
El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

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

PLIEGO DE CONDICIONES

7. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

7.1 DISPOSICIONES DE LAS NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS APLICABLES A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española de 27 de diciembre de 1978.
- R.D. Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 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.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- R.D. 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. BOE núm. 204 de 25 de agosto
- R.D. 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el R.D. 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 R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. BOE nº 71 23/03/2010
- Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

7.2 NORMAS LEGALES Y APLICABLES A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS ELEMENTOS, MAQUINARÍA, ÚTILES, HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y SISTEMAS PREVENTIVOS A UTILIZAR O APLICAR EN LA OBRA

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe 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. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- R.D. 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- R.D. 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- R.D. 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el R.D. 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo
- R.D. 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.
- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- R.D. 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.
- R.D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición).
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas
- Orden de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras.
- Orden de 30 de junio de 1966, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores, Ascensores y Montacargas.
- R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
    - ITC-MIE-AEM 2: Instrucción Técnica Complementaria referente a grúa torre desmontables para obras.
    - R.D. 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
    - ITC-MIE-AEM 4: Instrucción Técnica Complementaria sobre grúas móviles autopropulsadas usadas.
    - R.D. 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-4" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 473/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 76/767/CEE sobre Aparatos a Presión.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- R.D. 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- R.D. 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
    - MIE-APQ-1: Almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.
    - MIE-APQ-5: Almacenamiento y utilización de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión.
    - MIE-APQ-6: Almacenamiento de líquidos corrosivos.
    - MIE-APQ-7: Almacenamiento de líquidos tóxicos.
- R.D. 717/2010, de 28 de mayo, por el que se modifican el R.D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y el R.D. 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- UNE 58-101-92, "Aparatos pesados de elevación. Condiciones de resistencia y seguridad en las grúas torre desmontables para obras", parte I "Condiciones de diseño y fabricación", parte II "Condiciones de instalación y utilización", parte III "Documentación" y parte IV "Vida de la grúa".

8. PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

8.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los Equipos de Protección Individual, en adelante EPI´s, deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Los EPI que se utilicen en la obra deberán cumplir con la reglamentación que sobre comercialización (diseño y fabricación) les afecta, a fin de garantizar las exigencias técnicas que de los mismos se requieren. En este sentido, a los EPI les es de aplicación todo lo dispuesto en la legislación vigente:

- R.D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- O.M. de 16 de mayo de 1994, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- R.D. 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el R.D. 1407/1992.
- O.M. de 20 de febrero de 1997, por la que se modifica el anexo del R.D. 159/1995.

en lo relativo a su diseño, fabricación y comercialización.

Con carácter general, a la hora de la elección, las características que deben reunir los EPI´s son:

- Adecuados a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas, así como el estado de salud del trabajador.
- Adecuarse al portador, tras los ajustes adecuados.

Otros aspectos a tener en cuenta con respecto al uso de los equipos son los que a continuación se indican:

- Todos los equipos de protección individual tanto de uso personal como colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de lo habitual en un determinado equipo o prenda, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Todo equipo o prenda de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido será desechado y repuesto al momento.
- Aquellos equipos o prendas de protección que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias superiores a las admitidas por el fabricante, serán repuestos inmediatamente.
- El uso de un equipo o una prenda de protección nunca deberá representar un riesgo por sí mismo.

Todo E.P.I. entregado a los trabajadores, cumplirá la normativa existente respecto de la homologación, por lo que llevarán estampados marcado "CE" indicativo de que el producto es conforme con las "exigencias esenciales de salud y seguridad".

8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

8.2.1 Señalización

Sin perjuicio de lo dispuesto específicamente en otras normativas particulares, la señalización de seguridad y salud en el trabajo se utilizará siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Alertarlos tras una emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

La señalización no deberá considerarse una medida sustitutoria de las medidas técnicas y organizativas de protección colectiva, ni de formación e información y se utilizará cuando mediante estas últimas no haya sido posible eliminar riesgos o reducirlos suficientemente. Por otro lado, la señalización deberá permanecer en tanto persista la situación que la motiva.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser, según los casos, limpiados, mantenidos y verificados regularmente y reparados o sustituidos cuando sea necesario, de forma que conserven en todo momento sus cualidades intrínsecas y de funcionamiento. Las señalizaciones que necesiten de una fuente de energía dispondrán de alimentación de emergencia que garantice su funcionamiento en caso de interrupción de aquélla, salvo que el riesgo desaparezca con el corte de suministro.

Las señales se instalarán a una altura y en una posición apropiadas con relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general en el acceso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y visible. A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí. Se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Existirán señales de advertencia, obligación, prohibición, contraincendios, salvamento-socorro; la forma, dimensión y colores de las distintas señales se atendrán a lo dispuesto específicamente en los anexos ll y III del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; así como a las especificaciones contenidas en el Anexo Vll del mismo R.D.

Como norma general la relación de señales en forma de panel que pueden ser de aplicación en la obra es:

- Señales de prohibición:
    - Entrada prohibida a personas no autorizadas.
    - Atención, peligro obras.
    - Peligro, paso de cargas suspendidas.
    - Prohibido maniobrar en la instalación eléctrica.

- Señales de obligación:
    - Protección obligatoria de la cabeza.
    - Protección obligatoria de los pies.
    - Protección obligatoria de las manos.
    - Protección individual obligatoria contra caídas.
    - Vía obligatoria para peatones.
- Lucha contra incendios:
    - Extintor.
    - Dirección que debe seguirse.
- Señales de salvamento o socorro:
    - Primeros auxilios.
    - Salida de socorro.
    - Dirección que debe seguirse.
    - Teléfono de salvamento y primeros auxilios.

Además de las indicadas pueden existir otras señales de advertencia u obligación (caída a distinto nivel, protección de la vista, etc.) y ser necesarias su colocación debido a los riesgos que se presenten durante la realización de los trabajos.

8.3 PRESCRIPCIONES DE LOS MEDIOS AUXILIARES

8.3.1 Escaleras manuales en general

No se admitirá el uso de escaleras de construcción improvisada.

Los espacios entre peldaños deben ser iguales, con una distancia entre ellos de 20 a 30 cm, como máximo.

Las escaleras estarán provistas de un dispositivo antideslizante en su pie, por ejemplo, zapatas.

No se aceptarán escaleras de mano empalmadas, a menos que utilicen un sistema especial y recomendable de extensión de la misma.

8.3.2 Escaleras de madera

La madera empleada será sana, libre de nudos, roturas y defectos que puedan disminuir su seguridad.

Los largueros serán de una sola pieza.

Los peldaños estarán ensamblados a largueros, prohibiéndose las uniones simplemente efectuadas mediante clavos o amarre con cuerdas.

Las escaleras de madera se protegerán de las inclemencias climatológicas mediante barnices transparentes que no oculten sus defectos, prohibiéndose expresamente pintarlas.

8.3.3 Escaleras metálicas

Los largueros serán de una sola pieza. Se prohíben los empalmes improvisados o soldados.

Sus elementos tanto largueros como peldaños no tendrán defectos ni abolladuras.

8.3.4 Escaleras de tijera

Independientemente del material que las constituye dispondrán en su articulación superior de topes de seguridad de apertura.

Dispondrán además de cadenas o cables situados hacia la mitad de la longitud de los largueros que impidan su apertura accidental, usándose totalmente abierta.

9. OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

9.1 PROMOTOR

El Promotor es cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realiza la obra.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

9.2 DIRECCIÓN FACULTATIVA

Son el técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador de seguridad y salud, la dirección facultativa asumirá partes de las funciones a desempeñar por del coordinador, en concreto:

- Deberá aprobar el Plan de Seguridad y Salud, antes del comienzo de la obra.
- Adoptará las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar el Libro de incidencias, tenerlo en su poder y en caso de anotación, estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra.

9.3 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud es el técnico competente integrado en la Dirección Facultativa, designado por el Promotor para llevar a cabo las tareas que se mencionan en artículo 9 del R.D. 1627/1997.

Durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los Contratistas y, en su caso, los Subcontratistas y los Trabajadores Autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

9.4 CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios y ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

El subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Contratista, Empresario Principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cada Contratista en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud o en su caso el Estudio Básico, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio o Estudio Básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio o Estudio Básico.

En el caso de Planes de Seguridad y Salud elaborados en aplicación del Estudio de Seguridad y Salud las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrá implicar disminución del importe total, de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/1997.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Cuando no sea necesaria la designación de Coordinador, las funciones que se le atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de los párrafos anteriores.

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 de dicho R.D.

- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones a los Trabajadores Autónomos sobre todas las medidas que se hayan de adoptar en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Los Contratistas y los Subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan de Seguridad y Salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los Trabajadores Autónomos por ellos contratados.

Las responsabilidades de los Coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los Contratistas y a los Subcontratistas.

9.5 TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Trabajador Autónomo es la persona física distinta del Contratista y del Subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del R.D. 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del citado R.D., durante la ejecución de la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 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.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

Por otra parte, los Trabajadores Autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

10. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN EN OBRA

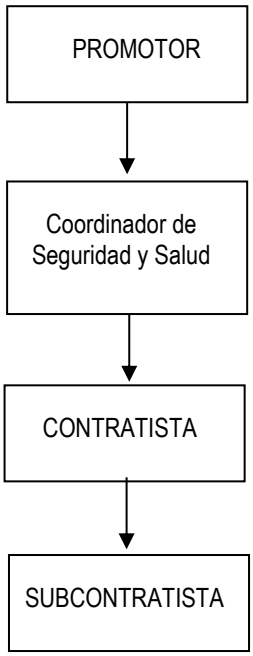
10.1 TRAMITACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio de seguridad y salud se facilitará a las empresas contratistas para que tal y como establece el art. 7 del R.D. 1627/97, elaboren el correspondiente plan de seguridad y salud para la obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

10.2 ORGANIGRAMA DE SEGURIDAD EN OBRA



10.3 RESPONSABLES DE SEGURIDAD A PIE DE OBRA

La organización de la seguridad en la obra es responsabilidad del Promotor, quien designará (cuando corresponda) al coordinador en materia de seguridad y salud en la fase de ejecución de obra, con las competencias y funciones descritas en el apartado de Obligaciones de las partes implicadas.

Cada empresa contratista contará a pie de obra un responsable de seguridad y salud, que corresponderá con una persona de acreditada competencia, siendo la encargada de organizar, dirigir y mantener el control y supervisión de los trabajos realizados por empleados de su Empresa, así como

de los realizados por otras Empresas subcontratadas. Como norma general tendrá asignadas las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos dentro del ámbito de su competencia, para garantizar la realización de los mismos con las suficientes garantías de seguridad.
- Supervisar y controlar de forma continuada el cumplimiento de las normas de seguridad por parte de trabajadores propios como de trabajadores subcontratados.
- Permitir el acceso de sólo personal autorizado/cualificado a los lugares de especial peligrosidad, o a la realización de actividades de especial riesgo (trabajos en altura, eléctricos, etc.).
- Permitir la manipulación de maquinaria y vehículos sólo a aquél personal que posea los permisos necesarios y/o reglamentarios, y estén suficientemente formados y adiestrados.
- Permitir el uso de máquinas, máquinas-herramientas sólo al personal suficientemente formado y adiestrado en su uso.
- Controlar que las instalaciones provisionales de obra no presentan riesgos para los trabajadores.
- Procurar que la obra se encuentre en buen estado de orden y limpieza.
- Controlar el uso efectivo de los Equipos de Protección Individual (EPI´s) necesarios para los trabajos, así como se encargará de su suministro y reposición.
- Supervisar la correcta ubicación y funcionamiento de las protecciones colectivas (barandillas de protección, redes, pasarelas, etc.), no permitiendo los trabajos si estas no existen o han sido anuladas.
- Controlar el buen estado y correcto funcionamiento de la maquinaría y medios auxiliares empleados.
- Supervisar que se cumple con las normas y procedimientos establecidos, especialmente con las cinco reglas de oro, para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Informar puntualmente a su inmediato superior de los incumplimientos que se produzcan en materia de seguridad.
- Suspender la actividad en caso de riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores.
- Tener en su poder una lista con las direcciones y teléfonos de los centros sanitarios y de extinción de incendios más cercanos, por si fuese necesario en caso de accidente.

10.4 ORGANIZACIÓN PREVENTIVA DE LA EMPRESA CONTRATADA

La modalidad de organización de los recursos para el desarrollo de las actividades preventivas de las distintas Empresas que desarrollen los trabajos deberá estar contemplada en lo expresado en el capítulo III del R.D. 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

11. REUNIONES DE SEGURIDAD EN OBRA

A lo largo de la ejecución del proyecto, se deben realizar reuniones de seguridad en obra, donde se traten todos aquellos aspectos que afecten a la seguridad de la misma, y especialmente se haga un seguimiento y control sobre los incumplimientos detectados.

A estas reuniones podrán asistir además de las empresas contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra (en el caso en que sea necesario su nombramiento), la dirección facultativa y el promotor o representante del mismo.

11.1 COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá un Comité de Seguridad y Salud en todas las empresas o centros de trabajo que cuenten con 50 o más trabajadores.

El Comité estará formado por los Delegados de Prevención, de una parte, y por el empresario y/o sus representantes en número igual al de los Delegados de Prevención, de la otra.

En las reuniones del Comité de Seguridad y Salud participarán, con voz pero sin voto, los Delegados Sindicales y los responsables técnicos de la prevención en la empresa que no estén incluidos en la composición a al que se refiere el párrafo anterior.

El Comité de Seguridad y Salud se reunirá trimestralmente y siempre que lo solicite alguna de las representaciones en el mismo, adoptando sus propias normas de funcionamiento.

Dicho esto, y dado que el número máximo de trabajadores en la obra es muy inferior a 50, no se hace necesario la existencia de este órgano.

11.2 DELEGADOS DE PREVENCIÓN

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo, reflejadas en el artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (L.P.R.L.).

El número de Delegados de Prevención en la Empresa viene determinado en el artículo 35 de la citada Ley, pudiendo ser:

El Delegado de Personal cuando este exista (artículo 35.2 de la L.P.R.L.).

Por elección por mayoría entre los trabajadores si en el centro de trabajo no hay representantes con antigüedad suficiente (adicional 4ª de la L.P.R.L.).

Cualquier otro trabajador designado por los trabajadores o sus representantes según lo dispuesto en el convenio colectivo (artículo 35.4 de la L.P.R.L.).

11.3 SERVICIOS DE PREVENCIÓN

El Servicio de Prevención es el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores ya sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario deberá facilitar a dicho servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los servicios de Prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El Servicio de Prevención que tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios, así como sus recursos técnicos deberán ser suficientes a adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo a los que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

12. MEDIDAS DE ACTUACIÓN EN CASO DE EMERGENCIA Y ANTE RIESGO GRAVE E INMINENTE

El riesgo grave e inminente, se trata de una situación especial, que la Ley define como:

"... aquél que resulte probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato y pueda suponer un daño grave para la salud de los trabajadores.

> *En el caso de exposición a agentes susceptibles de causar daños graves a la salud de los trabajadores, se considerará que existe un riesgo grave e inminente cuando sea probable racionalmente que se materialice en un futuro inmediato una exposición a dichos agentes de la que puedan derivarse daños graves para la salud, aun cuando éstos no se manifiesten de forma inmediata."*

Cuando los trabajadores estén o puedan estar expuestos a un Riesgo Grave e Inminente, el empresario está obligado a:

Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados de la existencia de dicho Riesgo y de las medidas preventivas adoptadas o que, en su caso, deban adoptarse.

Tomar medidas y dar instrucciones para que los trabajadores puedan interrumpir su actividad, y en caso necesario, abandonar de inmediato el lugar de trabajo. No se puede exigir a los trabajadores que reanuden su trabajo mientras no esté resuelto el problema.

Disponer lo necesario para que un trabajador que, sin la posibilidad de ponerse en contacto con su superior jerárquico, entrara en conocimiento de una situación de Riesgo Grave e Inminente para él u otros, esté en condiciones (en función de sus conocimientos y medios técnicos disponibles) de tomar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

En caso de Riesgo Grave e Inminente:

Los trabajadores afectados tienen derecho a interrumpir su actividad e incluso a abandonar el lugar de trabajo, si lo estiman necesario. También informarán del Riesgo a su superior jerárquico y Servicio de Prevención o equivalente.

Si el empresario no toma o no permite tomar las medidas necesarias (ver más arriba) para garantizar la Seguridad y Salud de los trabajadores, los representantes de éstos podrán acordar, por mayoría de sus miembros (si la situación es lo bastante urgente, basta con la decisión mayoritaria de los Delegados de Prevención, la paralización de la actividad de los trabajadores afectados. La empresa y la autoridad laboral serán informadas inmediatamente de dicho acuerdo, y la segunda lo anulará o ratificará en un plazo de 24 horas.

Los trabajadores o sus representantes no pueden sufrir perjuicio alguno derivado de la adopción de las medidas mencionadas, salvo que se demuestre que han obrado de mala fe o cometido negligencia grave.

Una vez indicado esto, cualquier trabajador que observe en obra una situación que a su juicio pueda entrañar un riesgo grave e inminente para él o para sus compañeros, informará de ello a su inmediato superior (encargado, jefe de trabajos, jefe de obra, etc.), el que una vez evaluada la situación actuará

conforme a lo indicado en los párrafos anteriores, adoptará las medidas de seguridad oportunas e informará a su vez a su inmediato superior y su servicio de prevención, con objeto de que adopten ellos también las medidas adecuadas.

12.1 PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Como medida general, cada grupo de trabajo o brigada contará con un botiquín de primeros auxilios completo, revisado mensualmente, que estará ubicado en lugar accesible, próximo a los trabajos y conocido por todos los trabajadores, siendo el Jefe de Brigada (Encargado o Capataz) el responsable de revisar y reponer el material.

En caso de producirse un accidente durante la realización de los trabajos, se procederá según la gravedad que presente el accidentado.

Ante los accidentes de carácter leve, se atenderá a la persona afectada en el botiquín instalado a pie de obra, cuyo contenido se detalla más adelante.

Si el accidente tiene visos de importancia (grave) se acudirá al Centro Asistencial de la mutua a la cual pertenece la Contrata o Subcontrata, (para lo cual deberán proporcionar la dirección del centro asistencial más cercano de la mutua a la que pertenezca), donde tras realizar un examen se decidirá su traslado o no a otro centro.

Si el accidente es muy grave, se procederá de inmediato al traslado del accidentado al Hospital más cercano.

Por todo lo anterior, cada grupo de trabajo deberá disponer de un teléfono móvil y un medio de transporte, que le permita la comunicación y desplazamiento en caso de emergencia.

12.2 BOTIQUÍN

El contenido mínimo del botiquín será: desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Junto al botiquín se dispondrá de un cartel en el que figuren de forma visible los números de teléfonos necesarios en caso de urgencias como los del hospital más próximo, centro asistencial, más cercano, de la mutua de las distintas empresas intervinientes, servicio de ambulancias, bomberos, policía local,...

12.3 EXTINCIÓN DE INCENDIOS

Este apartado tiene por objeto dar una serie de recomendaciones relativas a la actuación contra el fuego en el caso de que éste llegara a producirse.

En primer lugar, se intentará sofocar el conato de incendio y si se observara que no se puede dominar el incendio, se avisará de inmediato al servicio Municipal de Bomberos.

Para hacer funcionar los extintores portátiles se seguirán los siguientes pasos:

1. Sacar la anilla que hace de seguro.
2. Abrir la válvula de gas impulsor de botellín adosado (si es de presión incorporada no tiene este paso).
3. Apretar la pistola dirigiendo el chorro a la base de las llamas y barrer en abanico.

La posición más ventajosa para atacar el fuego es colocarse de espaldas al viento en el exterior, o a la corriente en el interior de un local.

Es elemental dirigir el chorro de salida hacia la base de las llamas, barriendo en zigzag y desde la parte más próxima hacia el interior del incendio.

Si se utilizan sobre líquidos inflamables, no se debe aproximar mucho al fuego ya que se corre el peligro de que se proyecte el líquido al exterior. Hay que barrer desde lejos y acercarse poco a poco al fuego.

Siempre que las actuaciones para atacar no se dificulten grandemente a consecuencia del humo, no deben abrirse puertas y ventanas; provocarían un tiro que favorecerían la expansión del incendio.

Recordar que a falta de protección respiratoria, una protección improvisada es colocarse un pañuelo húmedo cubriendo la entrada de las vías respiratorias, procurando ir agachado a ras del suelo, pues el humo por su densidad tiende a ir hacia arriba.

Si se inflaman las ropas, no correr, las llamas aumentarían. Revolcarse por el suelo y/o envolverse con manta o abrigo. Si es otra la persona que vemos en dicha situación, tratar de detenerla de igual forma.

13. COMUNICACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES

El Empresario cumplimentará el parte de accidente de trabajo (según el modelo oficial) en aquellos accidentes de trabajo o recaídas que conlleven la ausencia del accidentado del lugar de trabajo de, al menos, un día, salvedad hecha del día en que ocurrió el accidente, previa baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa a la Mutua o Entidad Gestora o Colaboradora de la Seguridad Social, que tiene a su cargo la protección por accidente de trabajo, en el plazo máximo de 5 días hábiles, contados desde la fecha en que se produjo el accidente o desde la fecha de la baja médica.

Aquellos accidentes ocurridos en el centro de trabajo o por desplazamiento en jornada de trabajo que provoquen el fallecimiento del trabajador, que sean considerados como graves o muy graves, o que el accidente ocurrido en un centro de trabajo afecte a más de cuatro trabajadores, pertenezcan o no en su totalidad a la plantilla de la Empresa, esta además de cumplimentar el parte de accidente comunicará éste hecho, en el plazo máximo de 24 horas, por telegrama u otro medio de comunicación análogo, a la Autoridad Laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente, debiendo constar en la comunicación la razón social, domicilio y teléfono de la Empresa, nombre del accidentado, dirección completa del lugar donde ocurrió el accidente así como una breve descripción del mismo.

La relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica deberá cumplimentarse mensualmente en aquellos accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

Dicho documento será remitido por la Empresa, en los modelos oficiales, a la entidad gestora de accidentes de trabajo en los plazos que marca la legislación vigente.

Finalmente, todo incidente o accidente ocurrido en obra debe quedar registrado, debiendo notificarse en todos los casos al Coordinador de Seguridad y Salud, o a la Dirección Facultativa cuando no fuera necesaria su designación, a la mayor brevedad posible.

Todo accidente ocurrido en la obra debe ser investigado por la empresa a la que pertenezca el trabajador, elaborando el preceptivo informe de investigación de accidentes, que deberá ser archivado junto con el resto de documentación del accidente. Este informe estará a disposición del Coordinador de Seguridad y Salud, y de la Dirección Facultativa.

14. SERVICIOS HIGIÉNICOS

En aplicación de lo exigido a este respecto por la normativa aplicable, anexo IV parte A del R.D.1627/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción se deberán destinar los servicios higiénicos (vestuarios, retretes y lavabos) necesarios para los trabajadores.

En el caso en que se utilicen instalaciones provisionales (casetas o similar), se garantizará para todo el periodo que abarque la ejecución, mientras exista personal imputable a la misma.

Las instalaciones se mantendrán en adecuadas condiciones de higiene y limpieza, quedando totalmente prohibido el almacenamiento de sustancias y material de obra en su interior, pues su uso no es el de almacén.

Los suelos, paredes y techos serán lisos e impermeables, permitiendo la limpieza necesaria, debiendo encontrarse los vestuarios próximos a las salas de aseo.

Además, en la obra, los trabajadores dispondrán de suficiente agua potable, la cual se mantendrá en recipientes adecuados para su conservación e higiene y marcados con el nombre de su contenido.

15. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

De conformidad con los artículos 18 y 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados. Al ingresar en la obra se informará al personal de los riesgos específicos de los trabajos a los cuales van a ser asignados, así como las medidas de seguridad que deberán emplear personal y colectivamente.

Se insistirá en la importancia del uso de los medios preventivos puestos a su disposición, enseñando su correcto uso y explicando las situaciones peligrosas a que la negligencia o la ignorancia pueden llevar.

Conforme al artículo 8 del R.D. 773/1997, de 30 de mayo, el empresario deberá informar a los trabajadores, previamente al uso de los equipos, de los riesgos contra los que les protegen, así como de las actividades u ocasiones en las que deben utilizarse.

Asimismo, deberá proporcionarles instrucciones, preferentemente por escrito, sobre la forma correcta de utilizarlos y mantenerlos.

El empresario garantizará la formación y organizará, en su caso, sesiones de entrenamiento, para la correcta utilización de los Equipos de Protección Individual, especialmente cuando se requieran la utilización simultánea de varios equipos que por su especial complejidad así lo haga necesaria.

Eligiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios, de forma de que en cada obra disponga de algún socorrista con todos los medios que precise.

Por otra parte, conforme el artículo 5 del R.D. 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, los trabajadores y los representantes de los trabajadores deberán recibir una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la utilización de los equipos de trabajo, así como las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

La información suministrada preferentemente por escrito deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.
- Cualquier otra información de utilidad preventiva.

Igualmente, se informará a los trabajadores sobre la necesidad de prestar atención a los riesgos derivados de los equipos de trabajo presentes en su entorno de trabajo inmediato, o de las modificaciones introducidas en los mismos, aun cuando no los utilicen directamente.

16. VIGILANCIA DE LA SALUD

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Atendiendo a esta obligación, todo trabajador que se incorpore a la obra habrá pasado un reconocimiento médico que avale su aptitud médica para el desempeño de las actividades que vaya a realizar.

17. RECURSOS PREVENTIVOS

Según se indica en el artículo 4 de la Ley 54/2003, la presencia de Recursos Preventivos, cualquiera que sea la modalidad de organización de dichos recursos, será de obligación en las diferentes fases de la obra en los siguientes casos:

Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

Cuando la necesidad de dicha presencia sea requerida por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, si las circunstancias del caso así lo exigieran debido a las condiciones de trabajo detectadas.

Se consideran recursos preventivos, a los que el empresario podrá asignar la presencia, los siguientes:

Uno o varios trabajadores designados de la empresa.

Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.

Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa. Cuando la presencia sea realizada por diferentes recursos preventivos éstos deberán colaborar entre sí.

Los recursos preventivos a que se refiere el apartado anterior deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia.

Además, el empresario podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que, sin formar parte del servicio de prevención propio ni ser trabajadores designados, reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos de la obra y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico.

Por otra parte, en el artículo 7 de la Ley 54/2003 se establece la presencia de recursos preventivos en las obras de construcción, en el cual se indica lo siguiente:

La preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.

La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales.

La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el plan de seguridad y salud en el trabajo y comprobar la eficacia de éstas.

Además, según el R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 del viernes 29 de mayo de 2006.dice que:

La presencia en el centro de trabajo de los recursos preventivos de cada contratista prevista en la disposición adicional decimocuarta de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se aplicará a las obras de construcción reguladas en este R.D., con las siguientes especialidades:

- **El plan de seguridad y salud determinará la forma de llevar a cabo la presencia de los recursos preventivos.**

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas a las que se asigne la presencia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas y poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas, si éstas no hubieran sido aún subsanadas.

Cuando, como resultado de la vigilancia, se observe ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las medidas preventivas, las personas a las que se asigne esta función deberán poner tales circunstancias en conocimiento del empresario, que procederá de manera inmediata a la adopción de las medidas necesarias para corregir las deficiencias y a la modificación del plan de seguridad y salud en los términos previstos en el artículo 7.4 de este R.D..»

18. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

A continuación, se indican las mediciones y el presupuesto de los distintos medios de seguridad.

18.1 CAPÍTULO I: EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Nº UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	AMORT. ANUAL	IMPORTE TOTAL (€)
13	Casco de seguridad	3,47	100	45,11
7	Gafas de protección contra impactos	6,68	50	23,38
3	Protectores auditivos (orejeras)	11,42	50	17,13
8	Guantes de cuero para trabajos duros	1,80	50	7,20
7	Guantes de cuero para montadores	4,51	50	15,79
3	Guantes contra agentes agresivos químicos	2,52	100	7,56
3	Guantes aislantes para baja tensión	32,50	40	39,00
13	Botas de seguridad para uso profesional	29,99	80	311,90
13	Botas de goma caña alta	4,62	100	60,06
13	Traje de trabajo con identificación coorporativa	11,90	100	154,70
13	Traje de protección contra la lluvia	25,27	50	164,26
3	Cinturón de protección lumbar	7,39	50	11,09
4	Cinturones de protección antivibratorios	12,90	30	15,48
7	Arnés de seguridad y sistema de enganche línea de vida	102,71	20	143,79
7	Equipo anticaída autoblocante	252,42	20	353,39
3	Par de guantes de soldador	9,01	50	13,52
3	Mandil cuero para soldador	10,22	50	15,33
7	Cinturón portaherramientas	21,34	50	74,69
12	Mascarilla con filtro antipolvo (partículas)	1,68	100	20,16
	Total Capítulo de Protección Individual			**1.493,54**

18.2 CAPÍTULO II: PROTECCIONES COLECTIVAS.

Nº UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	AMORT. ANUAL	IMPORTE TOTAL (€)
2	Cuadro eléctrico conexión portátil	189,71	10	37,94
2	Protector de goma C-20 (cortafr. Pistolete)	1,80	100	3,60
2	Pasarelas de chapa o madera	25,54	50	25,54
2	Extintor 6 kg.p/brigada	42,00	20	16,80
4	Vallas metálicas de cerramiento de 2 m de alto	42,62	30	51,14
	Total Capítulo de Protecciones Colectivas			**135,02**

18.3 CAPÍTULO III: SEÑALIZACIÓN.

Nº UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	AMORT. ANUAL	IMPORTE TOTAL (€)
2	Señal indicativa de riesgo	3,69	100	7,38
1	Cartel anunciador con leyenda	12,91	100	12,91
1200	Cinta señalizadora	0,05	100	60,00
	Total Capítulo de Señalización			**80,29**

18.4 CAPÍTULO IV: INSTALACIONES PROVISIONALES.

Nº UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	AMORT. ANUAL	IMPORTE TOTAL (€)
10	Mes alquiler de caseta de aseos y vestuarios	139,11	---	1391,10
40	Hora limpieza de caseta	7,21	---	288,40
1	Ud de acometida provisional de agua potable	100,00	---	100,00
1	Ud de acometida provisional de saneamiento	200,00	---	200,00
	Total Capítulo de Instalaciones Provisionales			**1.979,50**

18.5 CAPÍTULO V: VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS.

Nº UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	AMORT. ANUAL	IMPORTE TOTAL (€)
13	Reconocimientos médicos	60,10	100	781,30
1	Botiquines de urgencia.P/brigada	30,05	100	30,05
2	Reposición material sanitario de botiquín	9,01	---	18,02
	Total Capítulo de Vigilancia de la Salud y Primeros Auxilios			**829,37**

18.6 CAPÍTULO VI: FORMACIÓN EN OBRA

Nº UNIDADES	CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	AMORT. ANUAL	IMPORTE TOTAL (€)
2	Curso de primeros auxilios	150,25	100	300,50
13	Hora de formación e información a trabajadores	36,06	---	468,78
	Total Capítulo de Formación en Obra			**769,28**

18.7 RESUMEN CAPÍTULOS

CAPITULO I: EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	1.493,54 €
CAPITULO II: PROTECCIONES COLECTIVAS	135,02 €
CAPITULO III: SEÑALIZACIÓN	80,29 €
CAPITULO IV: INSTALACIONES PROVISIONALES	1.979,50 €
CAPITULO V: VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIAOS	829,37 €
CAPITULO VI: FORMACIÓN EN OBRA	769,28 €
TOTAL	**5.287,00 €**

El importe del presente presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud para el proyecto modificado de **Subestación Eléctrica 220/30 kV "Borox Sur",** en el término municipal de Borox, en la provincia de Toledo, asciende a la cantidad de 5.287 € (CINCO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS).

Zaragoza, Agosto de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

David Gavín Asso

Colegiado Nº 2.207 del C.O.I.I.A.R.

PLANOS

A continuación, se adjuntan una serie de esquemas indicativos/explicativos de distintas medidas a adoptar.

SEÑALIZACIÓN I

SEÑALIZACIÓN II

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

BARANDILLA DE PROTECCIÓN

PROTECCIÓN EN ZANJAS I

PROTECCIÓN EN ZANJAS II

BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

TERRAPLENES Y RELLENOS

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II

EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA

RIESGOS ELÉCTRICOS I

RIESGOS ELÉCTRICOS II

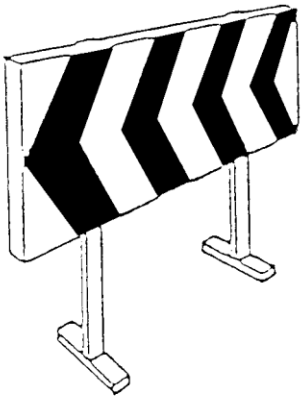
RIESGOS ELÉCTRICOS III

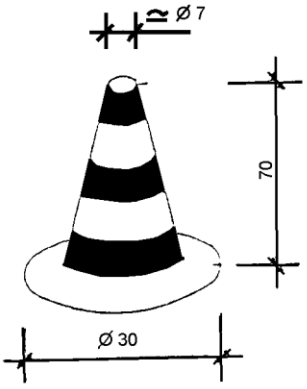
RIESGOS ELÉCTRICOS IV

RIESGOS ELÉCTRICOS V

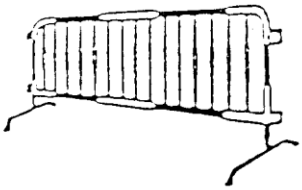
TRABAJOS DE SOLDADURA

SEÑALIZACIÓN I

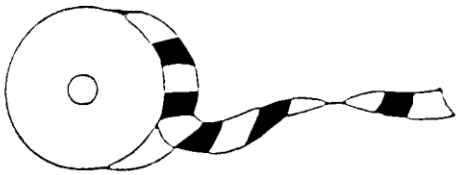




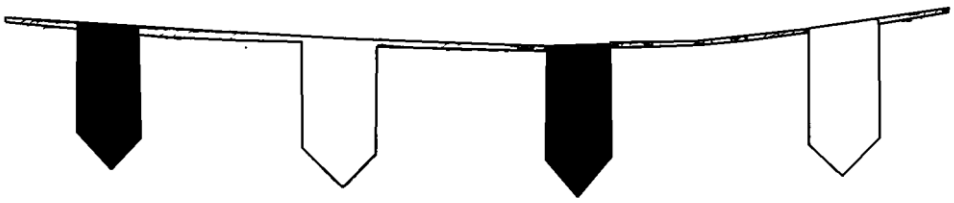
CONO BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIO TRAFICO

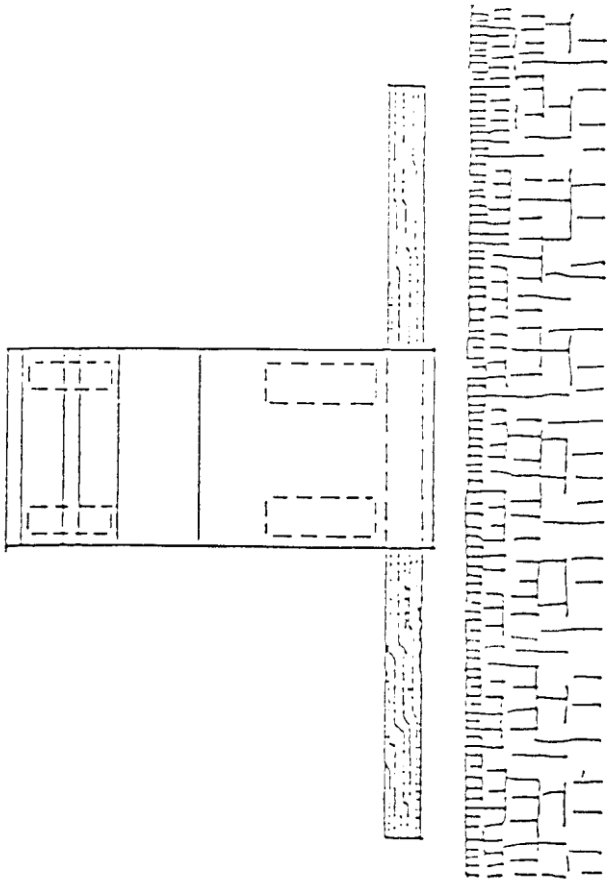


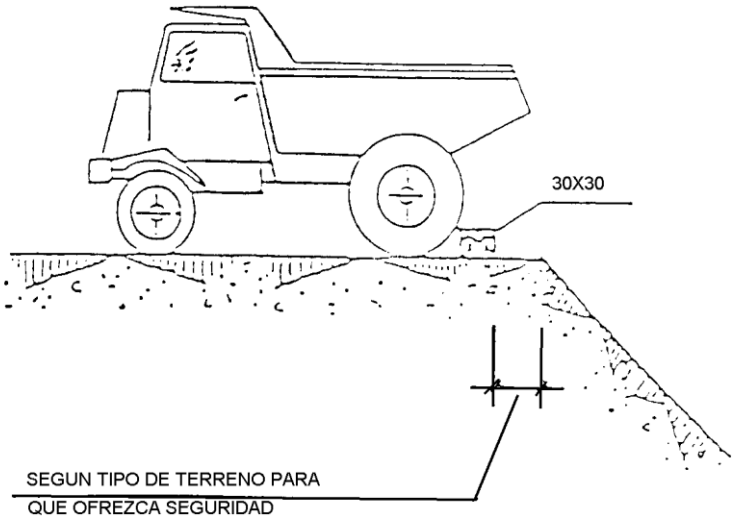
CINTA BALIZAMIENTO



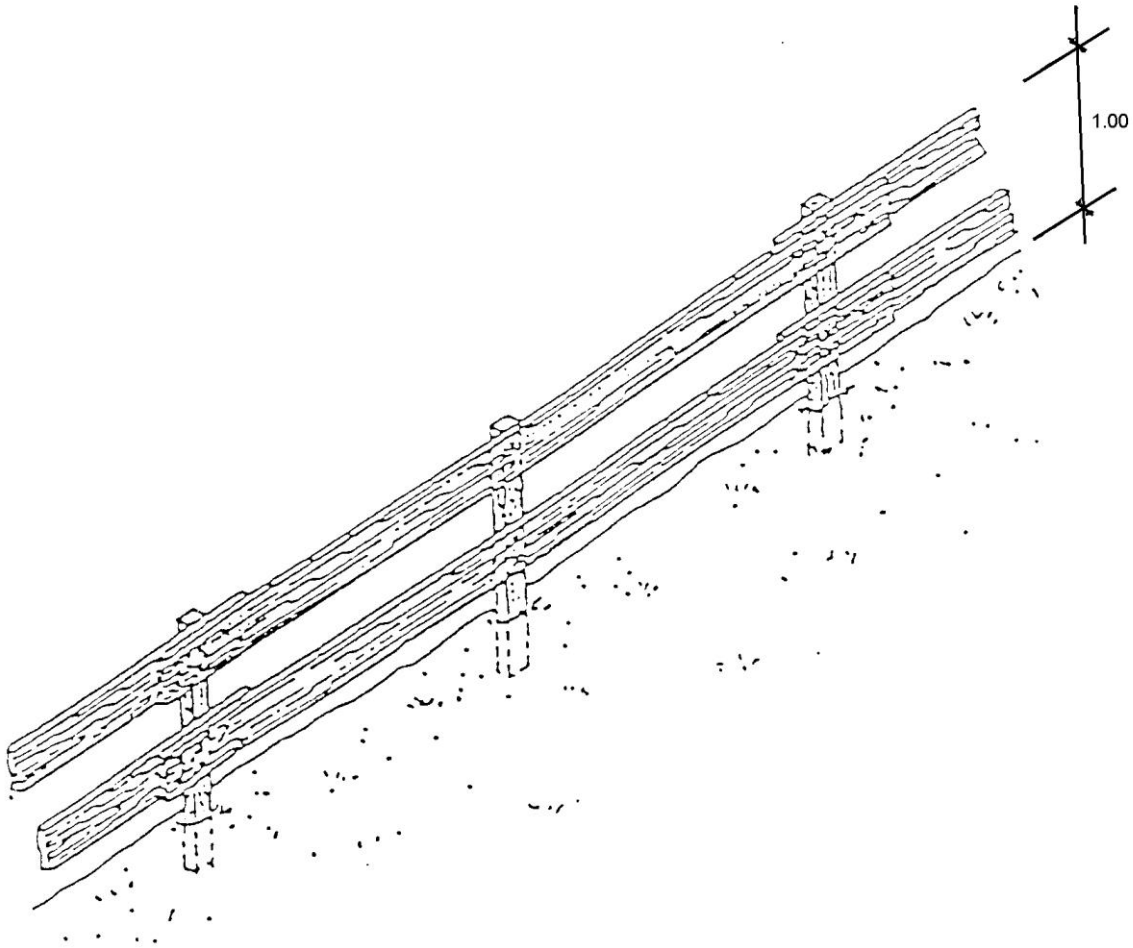
CORDON BALIZAMIENTO

SEÑALIZACIÓN II

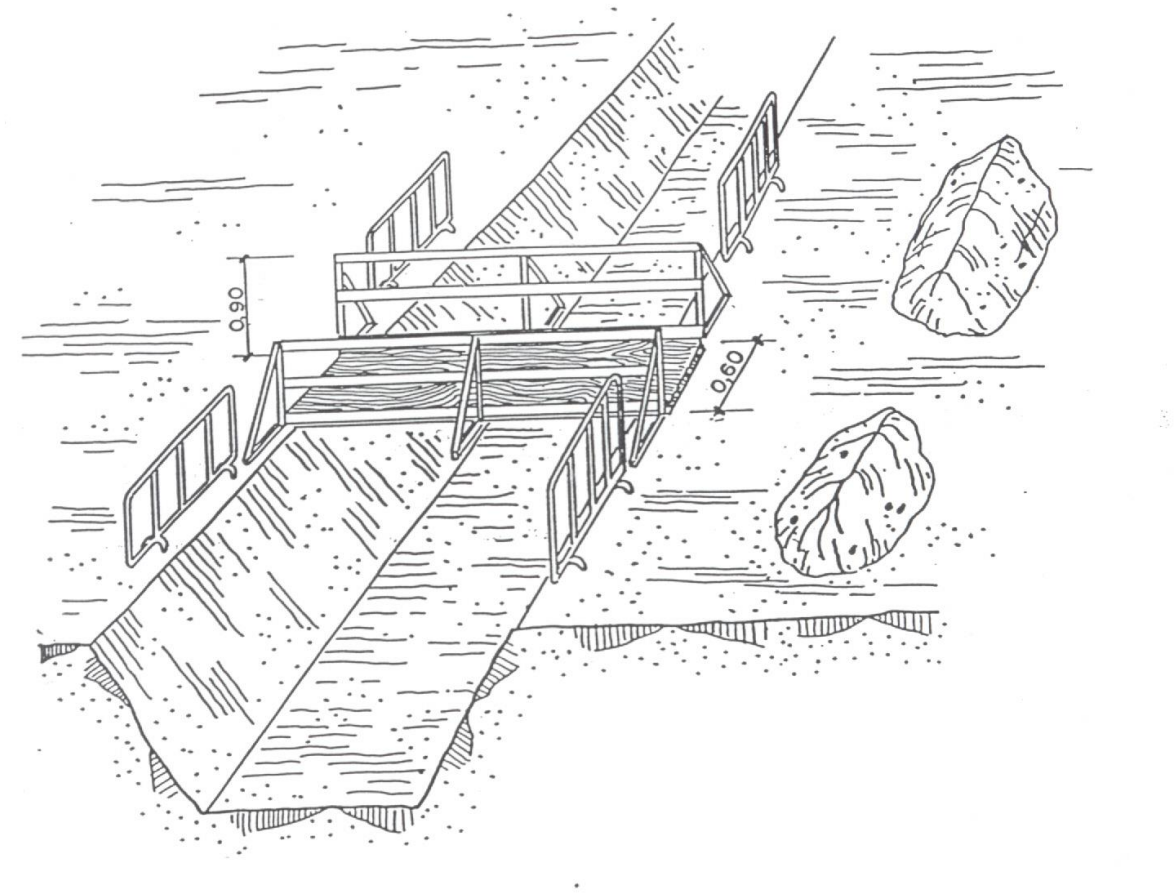




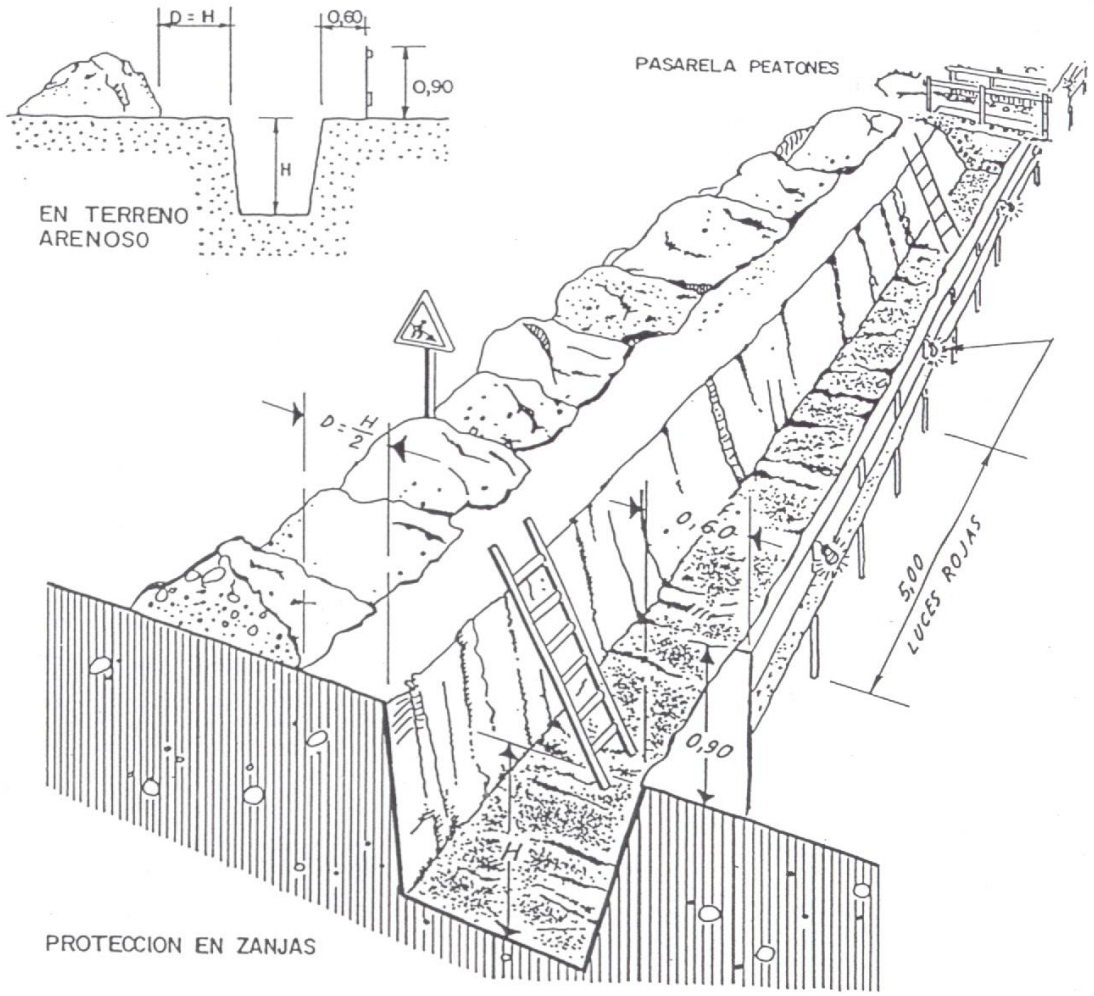
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



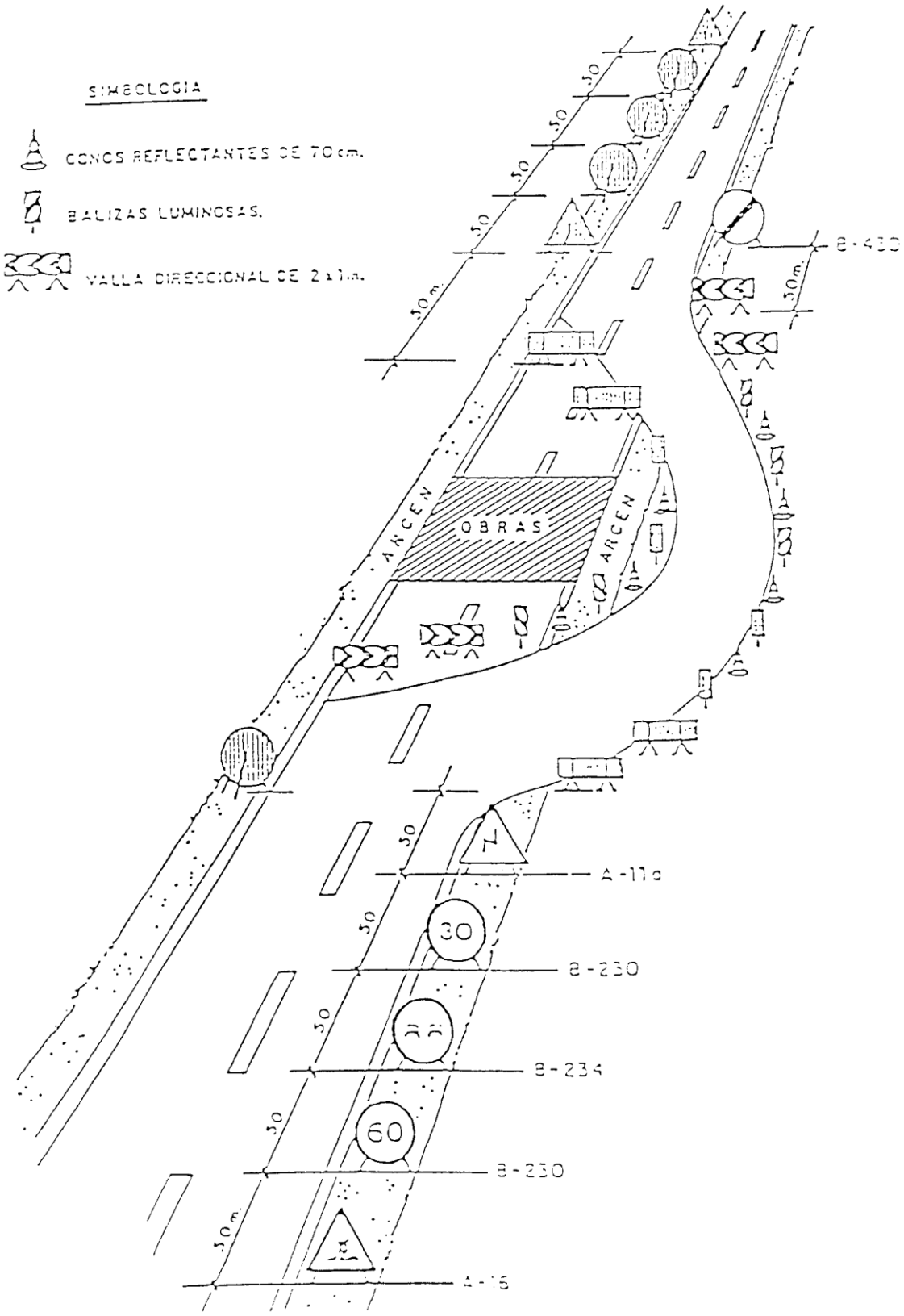
BARANDILLA DE PROTECCIÓN



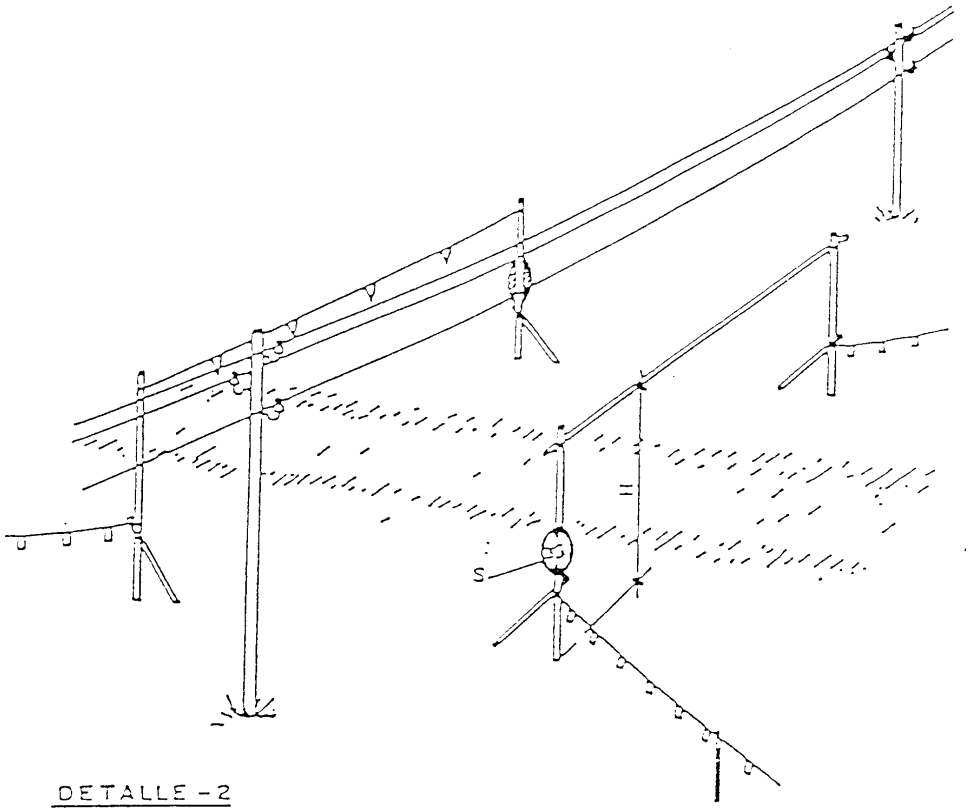
PROTECCIÓN EN ZANJAS I



PROTECCIÓN EN ZANJAS II

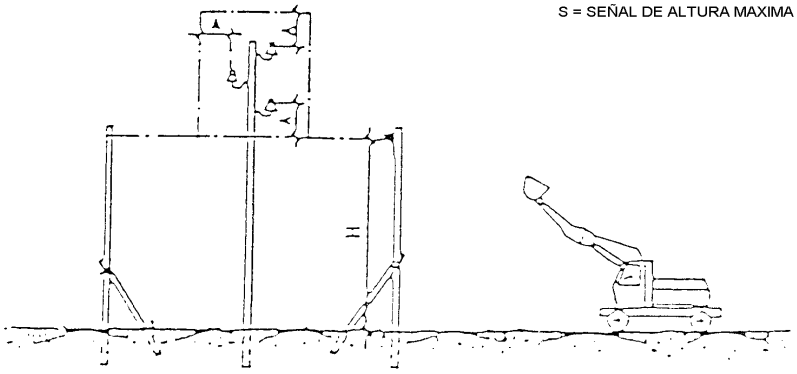


BALIZAMIENTO EN CORTES DE CARRETERA CON DESVÍO

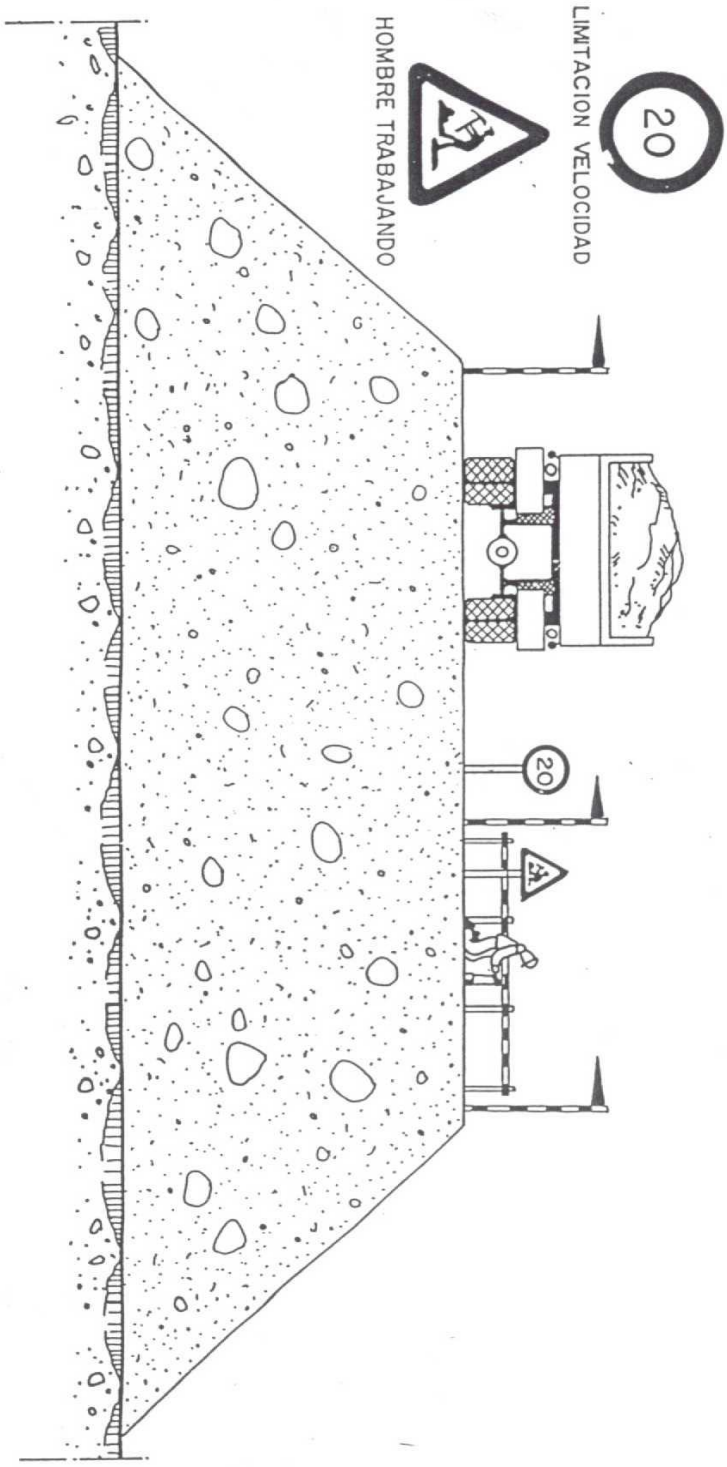


DETALLE - 2

H = PASO LIBRE
S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA



PÓRTICO DE BALIZAMIENTO EN LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS



TERRAPLENES Y RELLENOS

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

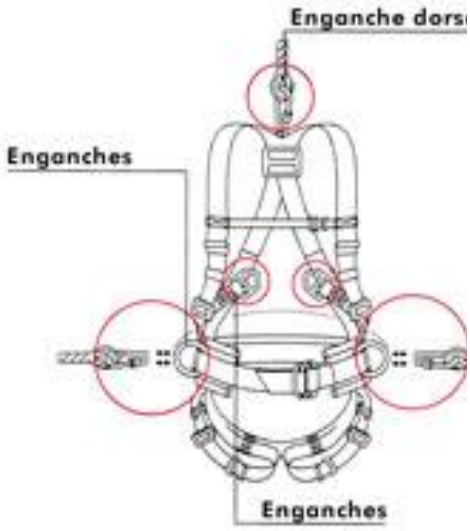
4 Levantar el aguilón o pluma lentamente

5 Levantar el aguilón o pluma y bajar la carga

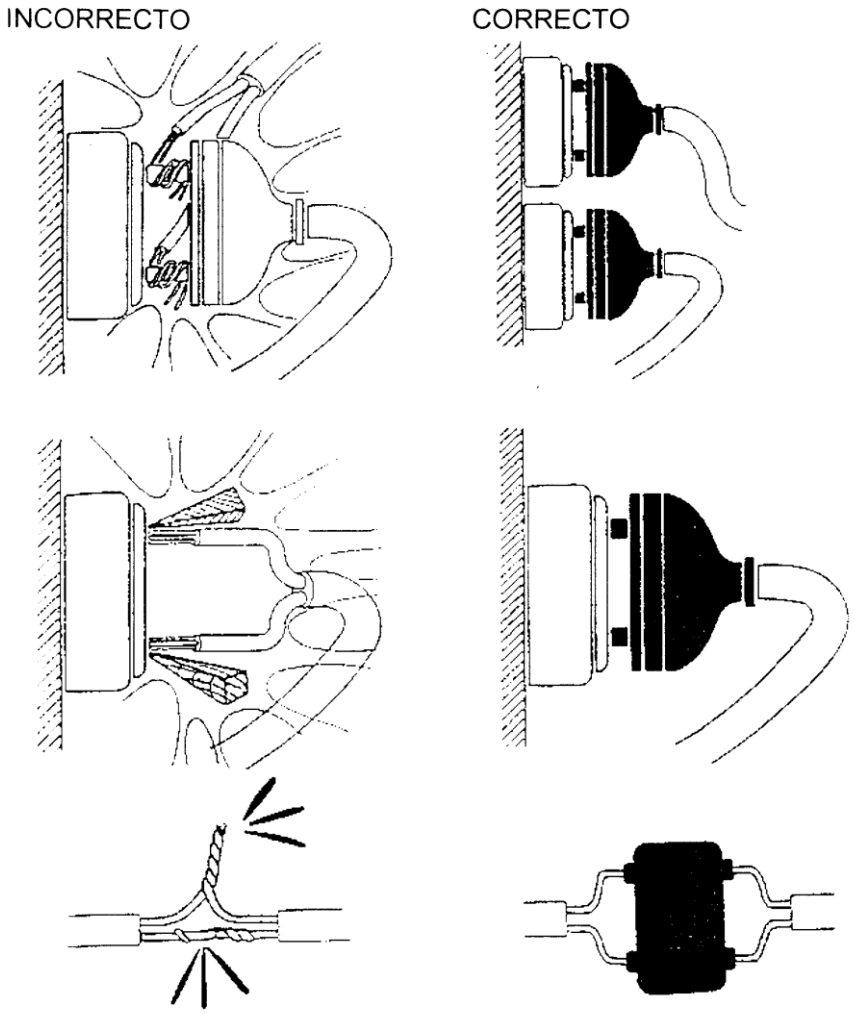
6 Bajar la carga

CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS I

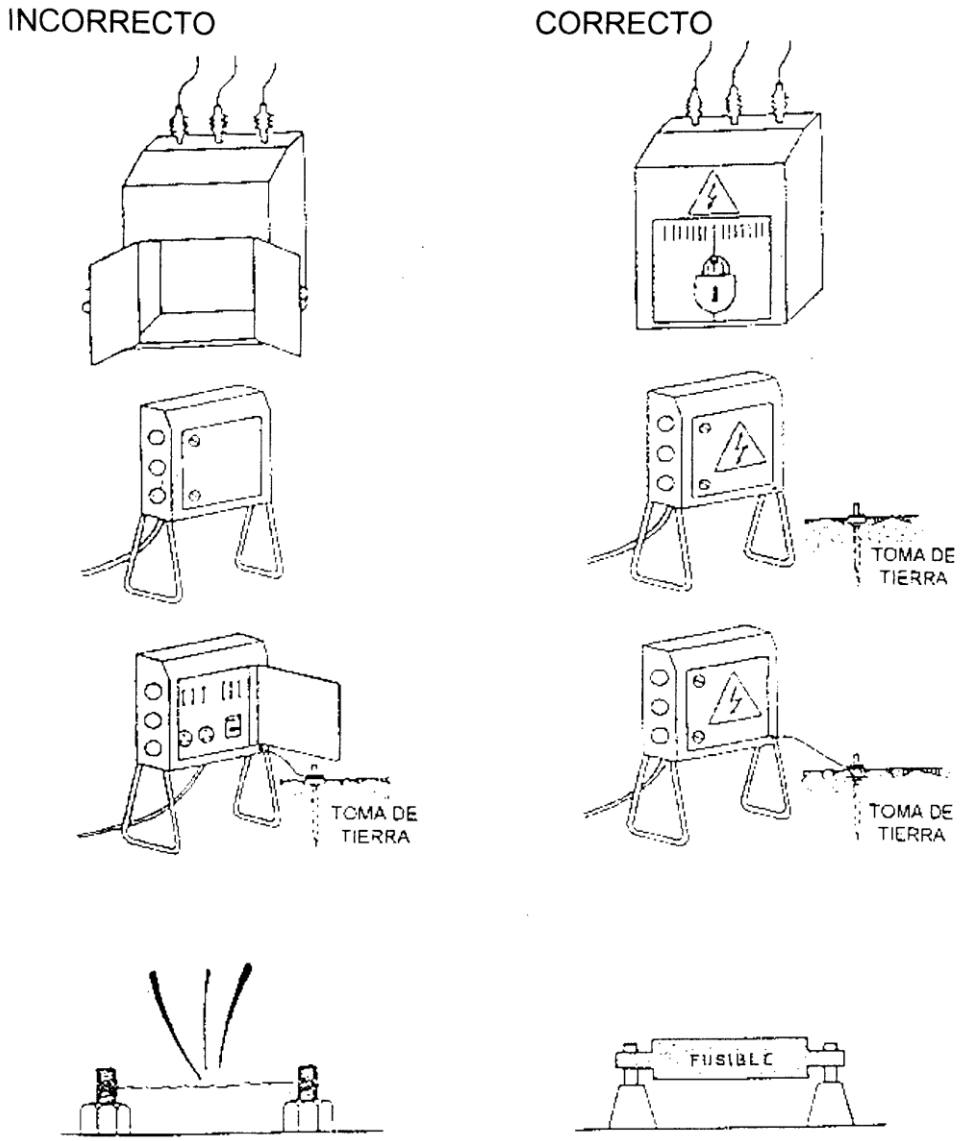
CÓDIGO DE SEÑALES PARA MANIOBRAS II



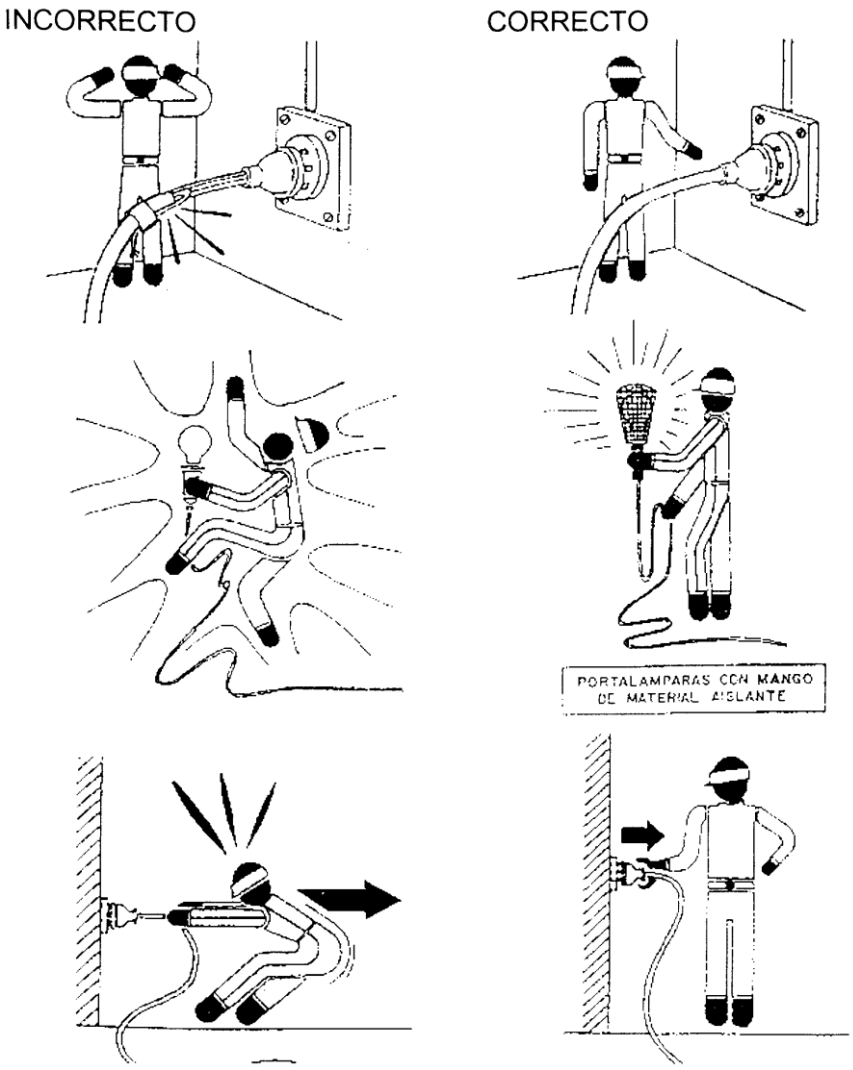
EQUIPOS PARA TRABAJOS EN ALTURA



RIESGOS ELÉCTRICOS I

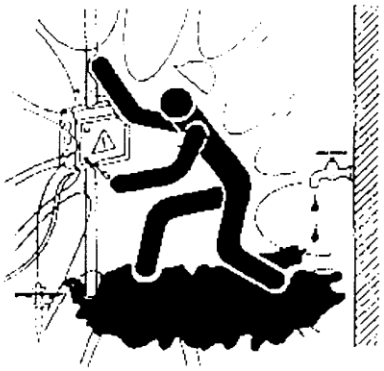


RIESGOS ELÉCTRICOS II

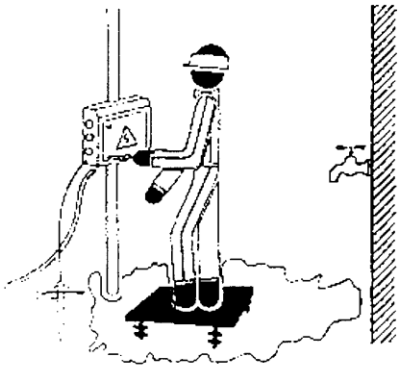


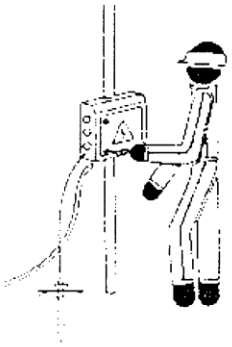
RIESGOS ELÉCTRICOS III

INCORRECTO



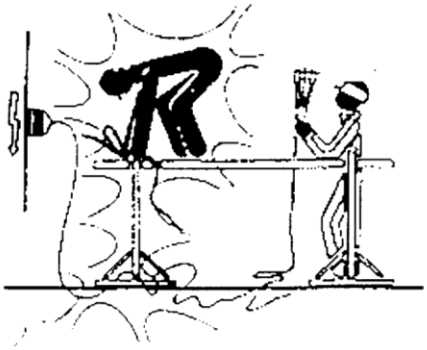
CORRECTO

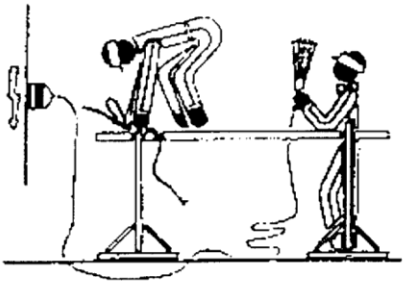


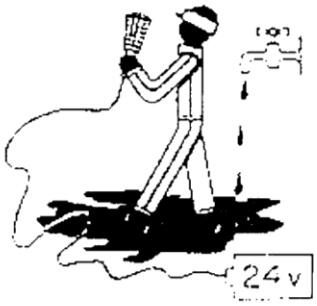


RIESGOS ELÉCTRICOS IV

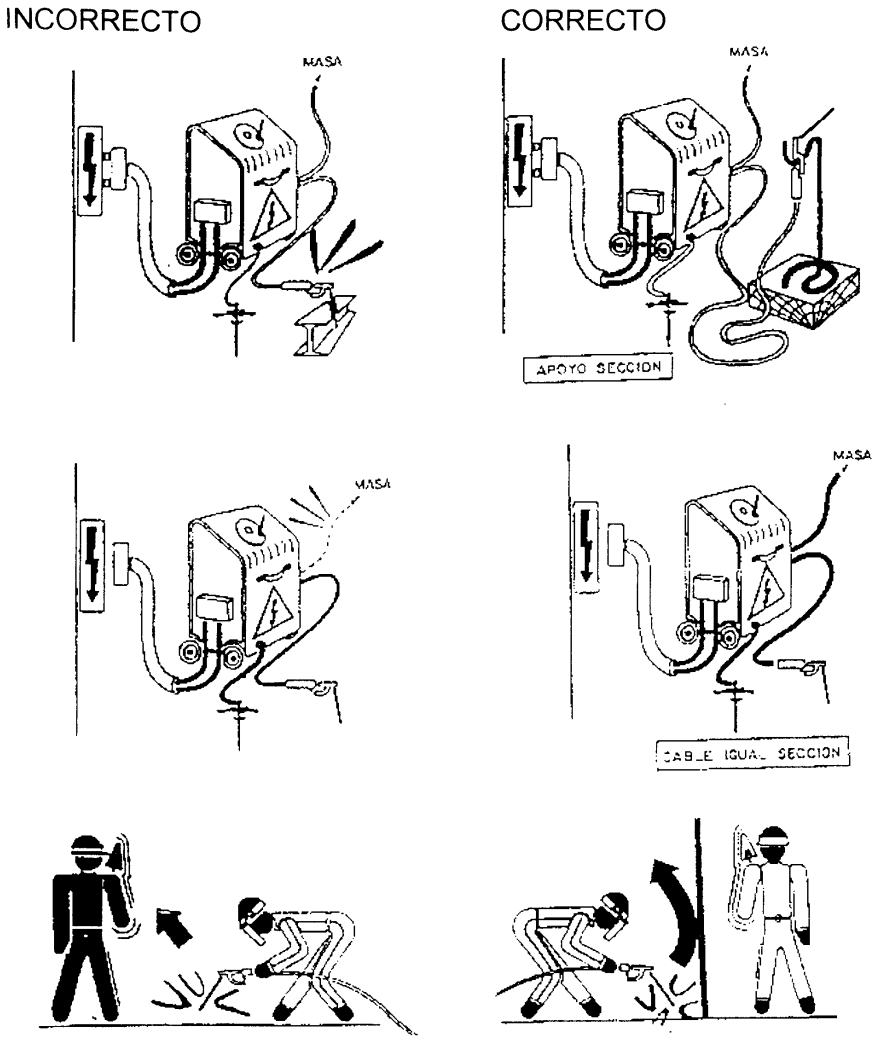
INCORRECTO **CORRECTO**







RIESGOS ELÉCTRICOS V



TRABAJOS DE SOLDADURA

19. ANEXOS

19.1 LISTADO DE TELÉFONOS DE EMERGENCIA EN OBRA

TELÉFONOS Y DIRECCIONES DE INTERÉS

EN CASO DE EMERGENCIA

Centros asistenciales		
Hospital	**Dirección**	**Teléfono**
Emergencias		
	Teléfono	
Bomberos	080	
Policía Local	092	
Guardia Civil	062	
Policía Nacional	091	
Protección Civil	006	
Información Toxicológica	91-562-04-20	
Otros		
Coordinación de Emergencias	112	
Es el Centro de **Coordinación de Emergencias** existente en todas las comunidades autónomas, donde se podrá solicitar atención sanitaria, extinción de incendios y salvamento, seguridad ciudadana y protección civil.		

19.2 ACTA DE ACEPTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD POR PARTE DE CONTRATAS Y SUBCONTRATAS

ACEPTACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS SUBCONTRATAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Nombre de la obra:

Situación:

Contratista Principal:

Empresa Subcontratista o Trabajador Autónomo:

Adjuntamos copia del *Acta de Aprobación del Plan de Seguridad* y *del Plan de Seguridad y Salud de la Obra*, a efecto de cumplir con lo establecido en el artículo 7 del R.D. 1627/97, de entregar una copia del mismo a las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes o concurrentes en la Obra; y a los representantes de los trabajadores, para que puedan presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas.

Entendiéndose el ***conocimiento y aceptación*** por parte de la Empresa o Trabajador Autónomo de los riesgos y medidas preventivas propuestas en el Plan de Seguridad y Salud, teniendo en cuenta las indicaciones contenidas en el apartado 4 del artículo 7 del R.D. 1627/97.

Ruego nos remitan el original debidamente firmado y sellado

..... a ..... , de ..... de 20...

Fdo.:	Fdo.
EMPRESA CONTRATISTA	EMPRESA SUBCONTRATISTA
Nombre, firma y sello	Nombre, firma y sello

DOCUMENTO Nº4

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DOCUMENTO Nº4

1. CONDICIONES GENERALES 1

1.1. Objeto 1

1.2. Disposiciones generales 1

1.2.1. General 1

1.2.2. Seguridad en el trabajo 4

1.2.3. Seguridad pública 5

1.3. Organización 5

1.4. Mejoras y modificaciones del proyecto 6

1.5. Obras auxiliares 6

2. CONDICIONES TÉCNICAS 7

2.1. Instalaciones eléctricas 7

2.1.1. Unidades de obra 7

2.1.2. Materiales 7

2.1.3. Instalación de Alta Tensión 7

2.1.4. Instalación de Baja Tensión 33

2.1.5. Instalación de la Red de Tierras 34

2.1.6. Instalación de Protección y Control 34

2.1.7. Instalación de Medida 34

2.1.8. Instalación de Alimentación en CC 34

2.1.9. Instalación de Grupo Electrógeno 34

2.1.10. Ensayos y Pruebas 34

2.2. Obra civil 34

2.2.1. Despeje y desbroce del terreno 34

2.2.2. Subbase 35

2.2.3. Explanaciones 39

2.2.4. Excavaciones en zanjas 42

2.3. Estructuras de hormigón armado 45

2.3.1. Descripción 45

2.3.2. Condiciones previas 45

2.3.3. Componentes 46

2.3.4. Ejecución 46

2.3.5. Normativa y Especificaciones 46

2.3.6. Control 47

2.3.7. Seguridad 47

2.3.8. Medición 48

2.3.9. Mantenimiento 48

3. CONDICIONES ECONÓMICAS Y PLAZOS 49

3.1. Plazo de replanteo 49

3.2. Plazo de ejecución 49

3.3. Recepción provisional 49

3.4. Plazo de garantía 49
3.5. Recepción definitiva 49
3.6. Gastos de replanteo y liquidación 50
3.7. Medición y abono de las obras 50

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. OBJETO

El presente Pliego de Condiciones determina los requisitos a los que debe ajustarse la ejecución de las instalaciones del Proyecto de la Subestación 220/30 kV “Borox Sur”, en el Término Municipal de Borox, en la provincia de Toledo, 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. General

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.

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.

Entre las Disposiciones Legales Vigentes se encuentran:

- Reglamentación General de Contratación (Decreto 1098/2001).
- Real Decreto 817/2009 de 8 de Mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007 de 30 de Octubre de contratos del Sector Público.
- 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 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de Energía eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

- Ley 82/1980 de Conservación de la Energía.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico
- Obtención de la condición de Autogenerador Eléctrico (Orden Ministerial de 7 de julio de 1982).
- Relaciones Técnicas y Económicas entre Autogeneradores y Empresas Eléctricas (Orden Ministerial de 7 de julio de 1982).
- Normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985).
- Instrucciones y Normas Técnicas de la compañía distribuidora de electricidad de la zona.
- Pliego de Condiciones del Proyecto Tipo de Líneas de Media Tensión, Centros de Transformación y Redes de Baja Tensión para Electrificación Rural de mayo de 1988.
- Real Decreto 661/2007 de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de Energía Eléctrica en Régimen Especial.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida en el Sistema Eléctrico.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al reglamento de puntos de medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica.
- Ley 6/2009 de 30 de Abril, por el que se adoptan las medidas en el Sector Eléctrico y se aprueba el Bono Social.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código estructural.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación con sus posteriores modificaciones.
- PG 3-4/88 y sus revisiones (Ministerio de Fomento).
- Normas Básicas y Tecnológicas de la Edificación.
- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- R.D. 1630/1992, de 29 de Diciembre, por el que se distan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.
- Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre de 1.955, de Prevención de Riesgos Laborales. Derogada parcialmente por RD legislativo 5/2000, de 4 de agosto.
- R.D. 39/1997 de los Servicios de Prevención.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden Ministerial de 9 de marzo de 1971), en los capítulos y artículos no derogados por la Ley 31/1995.
- Ley General de la Seguridad Social (Decreto 2065/1974 de 30 de mayo).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre 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 de salud para la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a obras de construcción.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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.
- 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.
- Convenios Colectivos Provinciales.
- Orden de 06-07-1984 por la que se aprueban las I.T.C. del Reglamento anterior y O.M. del 18-10-1984, complementarías de la anterior.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las obras".
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como a lo referente a obra civil.
- Ley 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 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.
- R.D. 1561/1995, de 21 de Septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.
- 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.
- R.D. 212/2002, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, por el que se amplía el ámbito de aplicación R.D. 71/1992, de 31 de Enero.
- 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.

- CTE-DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Ley 34/2007 de 15 de Noviembre de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de aparatos de Elevación y manutención de los mismos. (R.D. 2291/1985 de 8 de Noviembre)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 2060/2008 de 12 de Diciembre).
- 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 Autonómicos y/o municipales.
- Ley 17/2007, Adaptación del SECTOR ELÉCTRICO a la Directica 2003/54/CE (26/06/2003). "Normas comunes para el mercado interior de la electricidad".

Para aspectos no cubiertos por la legislación nacional (normas UNE), serán de aplicación las recomendaciones CEI, o la de los países de origen de los equipos en caso de ser importados.

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos mencionados, se aplicará el criterio correspondiente al que tenga fecha de aprobación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

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.

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, citados anteriormente, 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.

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 estos 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 este 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 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

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.

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:

a. Precio de unidades iguales reflejadas en el presupuesto del proyecto.

b. Precio de unidades del cuadro general de precios del proyecto tipo existente.

c. Precio establecido como suma de componentes de otros precios recogidos en el presupuesto o en el cuadro general de precios.

d. 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. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2.1.1. Unidades de obra

Se trata de suministrar e instalar todos los materiales que sean necesarios para la realización de las Subestación.

El Contratista aportará todos los materiales necesarios para que la instalación quede concluida en su totalidad.

Los planos de detalle de la instalación eléctrica serán por cuenta del Contratista, se deberán presentar a la Dirección de Obra para su aprobación.

Todos los planos deberán llevar la aprobación del Contratista y de la Dirección de Obra para poder iniciar las instalaciones correspondientes.

2.1.2. Materiales

Todos los materiales a emplear en las instalaciones eléctricas (conductores, transformadores, aparamenta, instrumentación, etc.), incluyendo también el pequeño material de instalación, serán los que vengan definidos en el documento Memoria, siempre de marcas homologadas y de primera calidad, pudiendo modificarse únicamente cuando el Director de Obra lo apruebe.

El Contratista someterá a aprobación con antelación a la puesta en obra, muestras de los materiales objeto de su suministro, con objeto de cumplir con una calidad mínima de las instalaciones. De cualquier manera, la Dirección de Obra será la responsable de la aprobación última de dichos materiales, pudiendo exigir certificados u otra documentación a tal efecto.

La vigilancia y conservación del material suministrado correrá a cargo del Contratista.

Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material serán producto de un mismo fabricante.

2.1.3. Instalación de Alta Tensión

2.1.3.1. Interruptor automático A.T.

Los interruptores automáticos de 220 kV deberán de estar de acuerdo con lo indicado en las especificaciones para Interruptores de 220 kV.

Aislamiento

El material del aislamiento externo será porcelana de color marrón. El aislamiento interno será hexafluoruro de azufre (SF_6).

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Requerimientos mecánicos

Los interruptores deberán soportar, sobre los bornes, las fuerzas estáticas que indiquen sus correspondientes especificaciones.

Cámara de extinción

Cada uno de los polos del interruptor estará dotado de una sola cámara de extinción en las cuales el elemento extintor del arco será gas hexafluoruro de azufre (SF_6). La cantidad de dicho fluido por polo queda a criterio del fabricante.

Las cámaras podrán vaciarse, llenarse y comprobar su estado con facilidad. Estarán dotadas de válvulas, o dispositivos de seguridad cuya carga de rotura sea inferior a la de la porcelana, para evitar su explosión en caso de sobrepresión.

El manómetro estará situado en el exterior, en posición que permita su fácil lectura y en lugar tal que su temperatura sea la más similar posible a la de las cámaras.

El dispositivo de vaciado y llenado de gas SF_6, consistente en una válvula, deberá estar situado de forma accesible, por debajo de la línea de tierra de forma que pueda efectuarse, sin necesidad de descargo, el rellenado del gas, siendo necesario un útil especial para su accionamiento.

El gas hexafluoruro de azufre SF_6 a utilizar para el llenado de las cámaras deberá cumplir con la norma UNE 21.339.

Contactos principales

Serán fácilmente revisables y desmontables, debiendo facilitar el fabricante las instrucciones para su mantenimiento y sustitución, indicando los límites de desgaste admisible y el desgaste en función de la intensidad cortada acumulada.

Dispositivos de medida

Para poder efectuar el diagrama "espacio-tiempo" (taquigrama), de los contactos principales, se dispondrá un punto de medición, debidamente mecanizado, suficientemente representativo del funcionamiento del interruptor.

Existirá un contacto, imagen de los contactos principales que podrá utilizarse, en caso necesario, para la monitorización de los diferentes parámetros del interruptor automático.

Bastidor

El interruptor estará provisto de tres bastidores independientes, uno para cada polo, o de un bastidor común para los tres polos y el mecanismo de accionamiento Cada bastidor dispondrá de un tornillo de puesta a tierra con rosca M 12, señalizado de forma inalterable.

Se dispondrán rejillas de protección adecuadas para evitar que aniden las aves en los mecanismos de accionamiento.

Características dimensionales

El Constructor indicará en su oferta las dimensiones generales del interruptor, separación entre fases recomendada y tipo de bornes utilizados en el mismo, que deberán cumplir con la norma UNE 20 140.

En los bornes del interruptor se evitará que en el montaje de los mismos en su posición definitiva, existan piezas de conexión intermedias en serie.

Protección contra la corrosión

Las partes férreas serán cincadas, tipo MS, según norma UNE 36 310. La tornillería será de acero inoxidable. Los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables. Los elementos metálicos en contacto entre sí, deberán ser de naturaleza tales, que no se produzca corrosión, debida al par galvánico que pueda aparecer en presencia de humedad.

Armario del accionamiento y mando

El armario metálico que contendrá el accionamiento electromecánico y todos los circuitos auxiliares y de mando del interruptor, será de material no oxidable y poseerá un grado de protección IP 55, según UNE 20324. Dispondrá de un tornillo de puesta a tierra de M 12 debidamente señalizado. Las puertas del armario estarán conectadas a la masa del armario mediante conductor de cobre flexible de 16 mm^2 de sección como mínimo.

Dispondrá de una resistencia de calefacción para evitar las condensaciones, y de una toma auxiliar de corriente tipo Schuko.

El armario será suficientemente amplio para poder efectuar sin dificultad la revisión del conexionado y la substitución de los elementos que lo componen.

Placa de características

Todos los interruptores llevarán una placa de características, en el caso de polos independientes, cada polo estará provisto de una placa de características, en la cual figurarán grabados de forma indeleble, los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación del tipo y número de serie.
- Tensión asignada.
- Tensión soportada asignada a frecuencia industrial 50 Hz
- Tensión soportada asignada a impulsos tipo rayo
- Frecuencia asignada
- Corriente asignada en servicio continuo
- Poder de corte asignado en cortocircuito
- Factor de primer polo
- Poder de corte asignado de líneas en vacío
- Poder de corte asignado de cables en vacío
- Presión nominal del SF6
- Peso total de cada polo
- Cantidad total de SF6
- Secuencia de maniobras asignada
- Año de fabricación

Dicha placa de características estará visible en condiciones de servicios e instalación.

En la parte interior de la puerta de cada armario de mando habrá otra placa, con los siguientes datos:

- Fabricante.
- Designación del tipo y número de serie.
- Tensión asignada de alimentación del motor.
- Corriente asignada del motor.
- Tensión asignada de las bobinas de cierre y apertura
- Consumo de la bobina de conexión
- Consumo de las bobinas de disparo
- Número del esquema de conexionado

Ensayos

a) Ensayos de tipo

Deberán realizarse sobre un interruptor automático completo.

Se efectuarán los ensayos indicados en la relación siguiente, siendo suficiente la presentación de un certificado de haberse realizado en otro interruptor automático del mismo tipo en el que conste una descripción de las características del equipo.

Los ensayos se realizarán según las Normas UNE 21 081 y 21 139

- Examen visual y comprobación de dimensiones y acabados.
- Ensayo de tensión soportada bajo lluvia a impulsos tipo rayo.
- Ensayo de tensión soportada bajo lluvia, a frecuencia industrial.
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial de los circuitos de mando y auxiliares.
- Ensayo de endurancia.
- Ensayo de calentamiento después del ensayo de endurancia.
- Determinación de la resistencia eléctrica de los contactos principales, antes y después del ensayo mecánico.
- Ensayo de corriente admisible de corta duración y del valor de cresta de la corriente admisible.
- Ensayo requerimientos mecánicos.
- Ensayos de poder de corte en cortocircuito, incluyendo un diagrama "espacio tiempo" (taquigrama), de los contactos principales a la apertura y al cierre, de la unidad sobre la que se efectuó el ensayo.
- Determinación de los tiempos de maniobra propios, sincronismo entre polos, sincronismo de los contactos auxiliares directos e indirectos y entre ambos y los principales (polos).
- Examen de los mecanismos y enclavamientos mecánicos y dispositivos auxiliares del interruptor.

- Determinación de las tensiones límite de funcionamiento del conjunto interruptor-mecanismo de mando, y de los consumos de las bobinas de apertura y cierra, y del motor.
- Comprobación de las intensidades de corte y de paso de los contactos auxiliares.
- Ensayo de estanqueidad del armario de los circuitos de mando.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán en todos los interruptores

- Examen visual y comprobación de dimensiones y acabados
- Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial, en seco, del circuito principal
- Ensayo de tensión soportada de los circuitos de mando y auxiliares.
- Ensayo de funcionamiento mecánico
- Medición de la resistencia del circuito principal
- Medición de la resistencia de calefacción y de las bobinas de mando
- Inspección del cableado y nº de contactos auxiliares.
- Comprobación del dispositivo antibombeo.

Además de estos ensayos y comprobaciones y a efectos del posterior mantenimiento predictivo, se determinará el diagrama descrito a continuación.

Determinación del diagrama "espacio-tiempo" (taquigrama)

De los contactos principales, a la apertura y al cierre, en cada una de las unidades, comprobando que la velocidad de los contactos principales no difiere en un 10% de la velocidad obtenida en la unidad tipo. Asimismo se comprobarán las tolerancias sobre la carrera del contacto móvil, el valor de las cuales las habrá fijado el fabricante.

El fabricante deberá especificar los valores máximos y mínimos admisibles en el taquigrama correspondientes a:

- Carrera mecánica.
- Puntos de medición en la carrera de la velocidad de cierre (Vc) y velocidad de apertura (Vd).
- Rebases y rebotes tanto al cierre como a la apertura.
- Penetración mecánica.
- Tiempo de amortiguación.

Montaje

Los interruptores, una vez nivelados, se regulan y ajustan comprobándose también la presión y densidad del gas a través del densímetro. El constructor del interruptor adeuda aprobar la bondad del montaje.

2.1.3.2. Transformadores de intensidad A.T.

Los transformadores de intensidad de220 kV estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación para Transformadores de intensidad de 220 kV.

Aislamiento

El aislamiento externo será porcelana de color marrón. El aislamiento interno será papel impregnado en aceite.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Dimensiones

Serán las indicadas en cada uno de los documentos de especificación. La caja de bornes secundarios estará situada en el lado correspondiente al borne primario P1.

Requerimientos mecánicos

Los transformadores deben soportar una carga estática aplicada a los bornes primarios, en cualquier dirección según el nivel de tensión que posean.

Bornes

a) Bornes del arrollamiento primario

Los bornes del arrollamiento primario serán bulones de aleación de cobre estañados o plateados, de 40 mm de diámetro y 125 mm de longitud libre, para todos los transformadores sea cual sea la relación.

b) Bornes de los arrollamientos secundarios

Los bornes de los arrollamientos secundarios serán de M 8 y capaces de recibir conductores de cobre de hasta 10 mm^2, con sus correspondientes terminales de presión.

Estarán alojados en el interior de una caja de bornes metálica, en la parte inferior de dicha caja habrán cuatro agujeros de salida para diámetros (uno por secundario), tres de ellos cegados por tapón y el cuarto provisto de arandelas pasacables, pudiéndose permutar la posición de ésta.

La caja de bornes estará dotada de respiraderos protegidos contra la entrada de insectos, y estará conectada al borne de tierra, de forma que ningún contorneo pueda afectar a los bornes secundarios.

No existirán dispositivos internos para la puesta a tierra de los bornes, lo cual está previsto hacerse exteriormente En el interior de la caja deberá existir un borne de tierra de M 8, para la puesta a tierra de las pantallas de los cables que se conectarán a los bornes secundarios.

c) Borne de puesta a tierra

El borne de puesta a tierra de la masa metálica del transformador será de M 12 y estará identificado de forma inalterable.

Toma para la medición de la capacidad y factor de pérdidas dieléctricas

Todos los transformadores irán provistos de un dispositivo adaptado para la medición de la capacidad y el factor de pérdidas dieléctricas.

Nivel de aceite

Todos los transformadores irán provistos de un dispositivo que permitirá observar el nivel del aceite existente, sin necesidad de retirar de servicio el transformador.

Aliviador de sobrepresión interna

Todos los transformadores estarán diseñados de tal forma que de producirse un fallo interno en el aislamiento principal, pueda liberar, hacia arriba, cualquier sobrepresión originada en el interior, evitando la rotura y proyección de la porcelana.

Dispositivo para toma de muestras de aceite

Todos los transformadores dispondrán de un dispositivo que permita la extracción de muestras de aceite. Este dispositivo será del tipo enchufe rápido o similar.

Placa de características

Todos los transformadores deben llevar una placa de características en la que estén grabados de forma inalterable y como mínimo los datos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Tipo, número de serie y año de fabricación
- Relación de transformación
- Frecuencia asignada
- Potencia, clase de precisión, factor de seguridad, factor límite de precisión y función de cada uno de los arrollamientos.
- Tensión más elevada para el material
- Nivel de aislamiento
- Intensidades térmica y dinámica asignadas
- Esquema de conexionado

Ensayos

a) Ensayos de tipo

A efectuar en un transformador de cada tipo. El fabricante podrá presentar protocolos de estos ensayos efectuados sobre un transformador que presente diferencias mínimas.

Estas diferencias deberán ser objeto de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

- Ensayos de cortocircuito. Comprobación de las intensidades térmica y dinámica.
- Ensayo de calentamiento
- Ensayo de tensión soportada a impulsos tipo rayo
- Ensayo de tensión soportada bajo lluvia

- Determinación de errores
- Ensayos mecánicos.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán individualmente en cada uno de los transformadores

- Verificación del marcado de bornes
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del arrollamiento primario
- Medición de las descargas parciales
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial entre secciones, si procede
- Ensayo de sobretensión entre espiras
- Determinación de errores
- Medición de la capacidad y factor de pérdidas dieléctricas.

c) Ensayos especiales

Estos ensayos se realizarán cuando previamente se hayan acordado con el fabricante.

- Ensayo a impulsos tipo rayo, cortados
- Ensayo a impulsos tipo rayo, cortados múltiples, sobre el arrollamiento primario

Montaje

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

2.1.3.3. Transformador de Tensión Inductivo A.T.

Los transformadores de tensión inductivos de 220 kV estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación para Transformadores de Tensión de 220 kV.

Aislamiento

El material del aislamiento externo será porcelana de color marrón. El aislamiento interno será papel impregnado en aceite.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Dimensiones

Serán las indicadas en cada uno de los documentos de especificación.

Requerimientos mecánicos

Deberá soportar un ensayo de esfuerzo mecánico aplicado en el borne primario, en cualquier dirección, según lo que se indique en el correspondiente documento de especificación.

Bornes

a) Bornes del arrollamiento primario

El borne del arrollamiento primario será un bulón de cobre de 80 mm de longitud y 30 mm de diámetro.

b) Bornes de los arrollamientos secundarios

Los bornes de los arrollamientos secundarios serán de M 8 y capaces de recibir conductores de cobre de hasta 10 mm^2, con sus correspondientes terminales de presión.

Estarán en el interior de una caja de bornes metálica, en la parte inferior de dicha caja habrán tres agujeros de salida para diámetros Pg 16, uno de ellos cegados por tapón y los otros dos provistos de arandelas pasacables, pudiéndose permutar la posición de éstas.

La caja de bornes estará dotada de respiraderos protegidos contra la entrada de insectos, y estará conectada al borne de tierra, de forma que ningún contorneo pueda afectar a los bornes secundarios.

No existirán dispositivos internos para la puesta a tierra de los bornes, lo cual está previsto hacerse exteriormente. En el interior de la caja deberá existir un borne de tierra de M 8, para la puesta a tierra de las pantallas de los cables que se conectarán a los bornes secundarios.

c) Borne de puesta a tierra

El borne de puesta a tierra de la masa metálica del transformador será de M12 y estará identificado de forma inalterable.

Nivel de aceite

Todos los transformadores irán provistos de un dispositivo que permitirá observar el nivel del aceite existente, sin necesidad de retirar de servicio el transformador

Aliviador de sobrepresión interna

Todos los transformadores estarán diseñados de tal forma que de producirse un fallo interno en el aislamiento principal, pueda liberar, hacia arriba, cualquier sobrepresión originada en el interior, evitando la rotura y proyección de la porcelana.

Dispositivo para toma de muestras de aceite

Todos los transformadores dispondrán de un dispositivo que permita la extracción de muestras de aceite. Este dispositivo será del tipo enchufe rápido o similar.

Placa de características

Todos los transformadores deben llevar una placa de características en la que estén grabados de forma inalterable y como mínimo los datos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Tipo, número de serie y año de fabricación
- Relaciones de transformación y bornes secundarios correspondientes
- Frecuencia asignada
- Potencias y clases de precisión

- Tensión más elevada para el material
- Nivel de aislamiento
- Factor de tensión
- Potencia límite de calentamiento

Ensayos

a) Ensayos de tipo

A efectuar en un transformador de cada tipo. El fabricante podrá presentar protocolos de estos ensayos efectuados sobre un transformador que presente diferencias mínimas. Estas diferencias deberán ser objeto de acuerdo entre el comprador y el fabricante.

- Ensayo de calentamiento
- Ensayo de aptitud para soportar los cortocircuitos
- Ensayo de tensión soportada a impulsos tipo rayo
- Ensayo bajo lluvia (frecuencia industrial)
- Determinación de errores
- Ensayos mecánicos.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán en todos los transformadores

- Verificación del marcado de bornes
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del arrollamiento primario
- Ensayo de descargas parciales
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial del arrollamiento secundario
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial entre secciones
- Determinación de errores.
- Determinación de la intensidad de cortocircuito
- Medición de la capacidad y factor de disipación dieléctrica

c) Ensayos especiales

Estos ensayos se realizarán cuando previamente se hayan acordado con el fabricante.

- Ensayo a impulsos cortados

2.1.3.4. Seccionador A.T.

Los seccionadores de 220 KV estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación para Seccionadores de 220 kV.

Aisladores

Los aisladores serán de apoyo cilíndricos, para exterior, de material cerámico color marrón, según UNE 21110.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Cuchillas y contactos principales

Las cuchillas serán preferentemente, de cobre electrolítico. Los contactos serán de cobre electrolítico y las superficies de contacto deberán tener un recubrimiento de plateado duro de un espesor no inferior a 30 µm.

El resto de partes conductoras de corriente serán de cobre o aleación de cobre.

Los bornes de conexión serán cilíndricos, de aleación de cobre estañado o plateado, de 40 mm de diámetro y 125 mm de longitud, y situados en posición vertical.

Cuchillas de puesta a tierra (si las hay).

Las cuchillas de puesta a tierra deberán soportar los efectos de la intensidad térmica y dinámica de cortocircuito.

Podrán ser de hierro, pero los contactos serán de cobre electrolítico con recubrimiento de plateado duro de un espesor no inferior a 30 µm.

No existirá la posibilidad de que las cuchillas de puesta a tierra puedan cerrarse o abrirse intempestivamente por efectos de la gravedad, vibraciones, etc., aunque las cuchillas principales estén abiertas.

Maniobra

Tanto la maniobra de las cuchillas principales como de las cuchillas de puesta a tierra se realizará de forma simultánea en los tres polos.

Requerimientos mecánicos

Los seccionadores serán capaces de abrir y cerrar sin dificultad, cuando sus bornes estén sometidos, además de los originados por la acción del viento sobre el propio aparato, a los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzo longitudinal 1000 N
- Esfuerzo transversal 330 N

Puesta a tierra

El bastidor de cada polo del seccionador estará provisto de un borne de puesta a tierra de M12 como mínimo, identificado de forma inalterable.

Protección contra la corrosión

Las partes férreas del seccionador estarán protegidas por un recubrimiento de cinc de acuerdo con la Norma UNE 36.310.

La tornillería de medida inferior o igual a M12, será de acero inoxidable, la superior a M12 será de acero cincado en caliente.

Los resortes y elementos auxiliares serán de materiales no oxidables.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, serán de naturaleza tal que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda generarse en presencia de humedad.

Características dimensionales

Las dimensiones y cotas de fijación del seccionador serán indicadas por el fabricante en su oferta.

Placa de características

Todos los seccionadores llevarán una placa de características, que debe ser visible en las posiciones de servicio y montaje normal, en la que figurarán grabadas de forma inalterable los datos siguientes:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación
- Designación del tipo
- Número de serie
- Tensión asignada
- Tensión soportada asignada a impulsos tipo rayo
- Intensidad asignada en servicio continuo
- Intensidad admisible de corta duración asignada, en cuchillas principales
- Intensidad admisible de corta duración asignada, en cuchillas de puesta a tierra (si las hay).
- Esfuerzos mecánicos asignados sobre los bornes
- Peso por polo

Ensayos

Los ensayos se realizarán según las Normas UNE-EN 60129 y UNE 21139

a) Ensayos de tipo

Se realizarán sobre un seccionador completo.

Se efectuarán los ensayos indicados en la relación siguiente, siendo suficiente la presentación de un certificado acreditativo de los mismos de haberse realizado en otro seccionador del mismo tipo, en el que conste una descripción de sus características.

- Examen visual con comprobación de, dimensiones, naturaleza de los materiales utilizados, características constructivas y placa de características.
- Ensayos dieléctricos:

  Tensión soportada a impulsos tipo rayo

  Tensión soportada a frecuencia industrial, bajo lluvia
- Ensayo de endurancia
- Ensayo de calentamiento
- Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal
- Ensayo a la intensidad de corta duración admisible y al valor de cresta de la intensidad admisible.

b) Ensayos individuales

Se efectuarán en todos los seccionadores

- Examen visual con comprobación de, dimensiones, naturaleza de los materiales utilizados, características constructivas y placa de características.
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial, en seco
- Medición de la resistencia eléctrica del circuito principal
- Ensayo de funcionamiento mecánico

Montaje

Se cuidará especialmente la regulación, ajuste del mando y engrase finales, así como la penetración de las cuchillas.

2.1.3.5. Pararrayos A.T.

Los pararrayos de 220 kV estarán de acuerdo con lo indicado en la especificación de para Pararrayos de 220 kV.

Aislamiento

El aislamiento externo estará constituido como máximo, por dos elementos que podrán ser de material cerámico color marrón ó goma de silicona.

La sujeción se realizará mediante una base de apoyo suficientemente aislada de tierra para permitir la instalación de un contador de descargas.

Distancias de aislamiento

Corresponden a un nivel de polución III fuerte. La distancia al aire entre fase y tierra será tal que cumpla la siguiente condición: El cociente entre la línea de fuga y la distancia al aire entre fase y tierra deberá ser inferior o igual a cuatro.

Requerimientos mecánicos

Los pararrayos deben poder soportar una carga estática aplicada a los bornes primarios, en cualquier dirección, según lo dispuesto en el correspondiente documento de especificación.

Protección contra la corrosión

Las partes férreas del pararrayos estarán protegidas por un recubrimiento de cinc de acuerdo con la Norma UNE 36.310.

La tornillería de medida inferior ó igual a M12 será de acero inoxidable, la superior a M12 será de acero cincado en caliente.

Los elementos metálicos en contacto entre sí, serán de naturaleza tal que no se produzca corrosión debida al par galvánico que pueda generarse en presencia de humedad.

Características dimensionales

Las dimensiones, cotas de fijación, tipos y materiales de los bornes de AT y tierra del pararrayos serán indicadas por el fabricante en su oferta.

Dispositivo limitador de sobrepresión interna

En un pararrayos provisto de este dispositivo el fallo del mismo no deberá provocar la rotura explosiva de la porcelana.

La verificación de su correcta actuación, se realizará en la forma indicada por la Norma UNE-EN 60099

Contador de descargas

El contador de descargas permitirá conocer el número de descargas acumuladas, que se han producido en el pararrayos sobe el cual está conectado.

Placa de Características

Todos los pararrayos llevarán una placa de características, que debe ser visible en las posiciones de servicio y montaje normal, en la que figurarán grabadas de forma inalterable los datos siguientes:

- Nombre del fabricante o marca registrada.
- Año de fabricación
- Designación del tipo
- Número de serie
- Tensión de servicio continuo kV.
- Tensión asignada kV.
- Clase de descarga de línea
- Corriente asignada del limitador de presión (si procede)
- Corriente de descarga nominal kA.
- Tensión y corriente de referencia kV
- Esfuerzos mecánicos asignados sobre los bornes daN
- Peso del pararrayos kg

Montaje

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

2.1.3.6. Transformadores de Potencia

Los transformadores estarán construidos de acuerdo con lo indicado en las Norma UNE-EN 60076, con las peculiaridades y adiciones que se indican en los apartados de este capítulo.

También dicha instalación cumplirá lo indicado en la especificación para Transformadores de Potencia.

El diseño del transformador permitirá, previo vaciado del aceite y levantamiento de las tapas necesarias la inspección y comprobación de los elementos de apriete. Por lo tanto, es necesario que el Fabricante presente una detallada documentación sobre la organización y disposición interior del transformador especialmente en lo referente a la sujeción de los bobinados.

Sus diversos elementos serán intercambiables entre sí en unidades de igual potencia construidas por un mismo Fabricante. Esta condición es también aplicable a las piezas de recambio.

Bastidor

El transformador, con todos sus accesorios, depósitos de expansión incluidos, deberá constituir un conjunto completo e independiente montado sobre un bastidor provisto de ruedas, que pueda desplazarse sobre carriles en dos direcciones perpendiculares.

Las ruedas serán de acero fundido, de una sola pestaña, orientables en dos direcciones a 90º. En dos ruedas se colocarán dispositivo de bloqueo.

En el bastidor se dispondrán cuatro placas de apoyo para la elevación por gatos que permitan el cambio de orientación de las ruedas. La situación relativa de estos apoyos será indicada por el Fabricante. Las ruedas dispondrán de un sistema de sujeción que impida que estas caigan al suelo cuando el transformador sea elevado.

Con el fin de permitir la instalación de una protección de cuba, el transformador deberá quedar aislado de los carriles, mediante la colocación de placas aislantes intercaladas entre la cuba y las ruedas. Estas placas aislantes serán de fibra de vidrio de 10 mm de espesor como mínimo y sobresaldrán 50 mm de la superficie de apoyo. Su parte visible se pintará de color amarillo. El espesor del tubo aislante del perno de fijación de las placas será como mínimo de 10 mm.

La tensión de prueba de este aislamiento será de 10kV, 50 Hz, durante 1 minuto. Estas placas aislantes deberán formar parte del suministro.

Al objeto de facilitar la evacuación de gases la cuba del transformador deberá quedar instalada de manera que la tapa resulte con una pendiente entre 0,25 y 0,5% en dirección longitudinal, en ascenso hacia el relé Buchholz.

Cuba

Estará construida para soportar el vacío absoluto. La deformación de sus largueros o refuerzos, tanto de la base como de los laterales o de la tapa, no será superior a 5 mm/m. en un hipotético tratamiento de secado bajo vacío.

Se aceptará que para la manipulación de las tapas sea necesario desmontar alguno de los radiadores del transformador.

Con el fin de poder colocar una barandilla de seguridad para la protección del personal en trabajos de mantenimiento sobre el transformador, se dispondrán sobre la tapa unos dispositivos fijados con los propios tornillos de la tapa, separados entre sí una distancia no mayor de 150 cm, que deberán permitir la colocación en ellos de soportes cilíndricos de 25 mm, no incluidos en el suministro.

Todas aquellas oquedades que se localicen debajo de la tapa de la cuba, susceptibles de retener gas, estarán permanentemente comunicadas mediante conductos para purgado permanente. En los casos que ello no fuera posible se aceptará la eliminación de estas oquedades mediante relleno de madera, convenientemente atornillado.

La tornillería de sujeción de los registros será de rosca igual o superior a M10, siendo galvanizada para roscas $\geq$ M12 y de acero inoxidable para M10.

En todas las tapas de registro la tapa quedará a una distancia de la cuba no inferior a 20 mm al objeto de evitar la posible entrada de agua acumulada sobre la tapa del transformador aunque las juntas de las tapas de registro tengan pérdidas de aceite.

Excepto para los acorazados, no se aceptará la ejecución de la cuba tipo campana.

Bornas atravesadoras

Las bornas a instalar serán las que se determinen en las normas UNE-EN 60137 y UNE-EN 50180.

Las bornas de AT tendrán una línea de fuga superior a 25 mm/kV. La disposición de las bornas será sobre la tapa del transformador, con una inclinación máxima de 10 grados en transformadores de tensión igual o inferior a 132 kV. La distancia entre sus ejes será indicada por el Fabricante.

Las distancias de aislamiento en el aire entre puntos en tensión y entre estos y tierra serán efectivas, es decir no se admitirá que las distancias de aislamiento se midan entre ejes de bornas. Deberán satisfacer lo indicado también en la norma UNE-EN 60076-3.

Estas distancias se verán afectadas por la altitud final de la instalación, si esta supera los 1000m de la forma indicada en la misma norma.

La tangente de pérdidas de las bornas será inferior a 0,005. El tapón de vaciado del aceite de las bornas deberá estar precintado y señalizado mediante una indicación en placa metálica indeleble, fijada a la propia borna. Las bornas de AT correspondientes a las fases y neutro para tensiones $\geq$ 123 kV, se suministrarán con toma capacitiva provista de su correspondiente tapón protector. Además se incluirá en el suministro el conector adecuado para la conexión de prueba a dicha toma capacitiva.

Las bornas atravesadoras de AT deberán permitir el montaje de los transformadores de intensidad. El borne y demás elementos externos de conexión, que forman parte de la borna de AT, serán de cobre, plateado ó estañado.

Transformadores de Intensidad

Para transformadores de potencia $\geq$ 31,5 MVA se instalará imagen térmica. Los transformadores de intensidad serán del tipo toroidal y estarán dispuestos de forma que se pueda acceder a ellos ó sustituirlos sin necesidad de desencubar.

Se instalaran transformadores de intensidad en cada una de las fases de AT. En todos los transformadores de intensidad los bornes P2 se situarán al lado del transformador.

Los transformadores de intensidad toroidales tendrán sus secundarios cableados a las bornes situadas en el interior del armario de control del transformador.

Construcción de arrollamientos y conexiones

A fin de conseguir que la construcción de los arrollamientos se efectúe con determinadas apreciaciones para la calidad y seguridad de la máquina, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Los arrollamientos serán cilíndricos, de cobre electrolítico.
- Todos los tacos de apoyo y cartones de separación utilizados en la construcción de las bobinas estarán sujetos de tal forma que se evite la pérdida de su posición incluso contando con un hipotético aflojamiento.
- Los cartones de separación entre arrollamientos serán suficientemente largos, de forma que sobresaldrán de las mismas, sujetando a todas las espiras firmemente y por igual.
- Las cabezas de los arrollamientos estarán reforzados mediante ataduras de cintas de papel colocadas a tresbolillo, que sujetarán entre sí las galletas o discos extremos.
- La cantidad mínima de galletas a reforzar en cada cabeza será del 5% del total del arrollamiento.

- El sistema de asentamiento de los arrollamientos sobre los tacos aislantes y su apoyo sobre las bridas se efectuará de modo que los esfuerzos resulten distribuidos uniformemente en todo el desarrollo de sus cabezas, incluso en el interior de la ventana del núcleo. Los tacos estarán sujetos mediante mechas para evitar su aflojamiento.
- Las conexiones de toma y las salidas de los arrollamientos quedarán sujetas e inmovilizadas a las espiras o galletas a las que pertenezcan por ataduras formadas con encintado de papel.
- Los apoyos y soportes aislantes sobre los que se asientan los arrollamientos serán lo suficientemente amplios y robustos para asegurar que con el tiempo no existirán deformaciones.
- Todas las transposiciones y conexiones entre galletas, tanto interiores como exteriores se efectuarán reforzando el aislamiento con cartón de espesor apropiado.
- No se podrá reducir las distancias de aislamiento a masa mediante pantallas de cartón situadas entre la cuba y los arrollamientos al objeto de mejorar las distancias eléctricas a masa, aunque si se admitirán como una medida de seguridad adicional. En casos excepcionales, como en zonas con poco espacio para pasar los cables y en niveles de aislamiento elevado (tensión ??220 kV) se aceptará apantallar los cables con barreras de cartón, asegurándose que estén fijadas para evitar desprendimientos.
- El Fabricante presentará un detallado reportaje fotográfico para demostrar que en la construcción de cada arrollamiento han sido tenidos en cuenta todos y cada uno de los detalles constructivos enumerados en este apartado.

Puesta a tierra del núcleo.

El conjunto formado por la parte activa del transformador (núcleo y arrollamientos) deberá permanecer asentado a la cuba completamente aislado de la misma en su parte inferior.

La puesta a tierra del núcleo se efectuará en un cajón, provisto de tapa de registro externa y pasatapas, sobre la tapa del transformador, donde el núcleo y las bridas de apriete se conectarán independientemente, mediante pletinas de cobre, a un mismo taco de cobre soldado a la tapa de la cuba y estarán atornilladas de modo que sea posible su manipulación a través de una tapa de registro, para permitir su desconexión y la comprobación del aislamiento del núcleo a las bridas de apriete y a masa.

Estas conexiones tendrán una sección mayor de 40 mm^2 y los tornillos serán de rosca M12 o mayor.

La situación de la tapa de registro en relación con los tornillos de fijación será tal que estos resultarán visibles para que se pueda asegurar que la manipulación de los mismos se efectúa correctamente con seguridad.

Registros para la inspección

Para transformadores de potencia superior a 31,5 MVA, se dispondrá en la cuba una ventana vertical practicable, de tamaño útil mayor de 50x120 cm, para la posible inspección del selector del cambiador de tomas en carga. Para facilitar esta inspección no se dispondrá en esta zona ninguna pantalla que impida la visión directa del selector.

Para la inspección de los arrollamientos, conexiones y sistemas de apriete de los transformadores cuya cuba lo permita, se dispondrán ventanas practicables en la parte superior de los laterales de mayor dimensión. Estas ventanas tendrán una dimensión útil de 45 cm como mínimo. La separación mínima entre la superficie de los registros y los radiadores será mayor de 45cm. Para

transformadores de potencia menor a 31,5 MVA, estos registros podrán ser de dimensiones más reducidas.

Con el fin de evitar que el agua pueda filtrarse por la junta de los registros, la parte inferior de las tapas no estarán al mismo nivel que la tapa de la cuba, deberán ubicarse sobre unos rebordes de al menos 20 mm de altura.

La fijación de las tapas registro se efectuarán siempre con tornillería galvanizada, no aceptándose la fijación con espárragos soldados y tuercas.

Depósitos de expansión

Los depósitos de expansión principal y del cambiador de tomas serán independientes aunque el segundo podrá formar cuerpo adosado al principal. Existirán por lo tanto dos desecadores de silicagel, dos tapones de llenado y dos tubos con su correspondiente válvula esférica para vaciado tipo DN25, que se situarán a la altura de un hombre. Las paredes laterales del depósito serán desmontables para facilitar su revisión y limpieza.

En los tubos que comunicarán cada depósito a la cuba se dispondrán válvulas paso de aceite, de tipo esférica, para evitar tener que vaciar el aceite cuando deba manipularse en el interior de la cuba.

En los depósitos de expansión se dispondrán: indicador de nivel de aceite de tipo magnético con contactos de nivel mínimo y máximo, tapón de llenado, tubo de entrada de aire a través de un desecador y tubo de vaciado con válvula, situada a la altura del hombre. A cada lado del conservador, debajo del nivel magnético, se dispondrán pasamanos horizontales soldados para facilitar el enganche de una escalera de modo que desde la misma sea posible la comprobación de cada nivel magnético.

Radiadores

Cuando el total de radiadores para la refrigeración del aceite, sea menor o igual a seis, estos podrán ir en un solo grupo, preferentemente en el lado de A.T., si el número es mayor se montarán distribuidos en los dos laterales de mayor dimensión de la cuba.

Deberán poderse separar fácilmente de ésta y no sobrepasarán el plano superior de la tapa.

Se preverán válvulas adecuadas no soldadas a la cuba para poder retirar los radiadores sin vaciar el aceite del transformador. La manecilla de accionamiento de estas válvulas permitirá, por su posición relativa longitudinal al colector o transversal al mismo, la identificación lógica de abierta o cerrada.

Estas válvulas llevarán una indicación clara de la posición "ABIERTA" y "CERRADA". En caso de que por su forma constructiva eso no fuese posible se aceptará que esta indicación conste en placas situadas en lugar visible en la parte superior e inferior de cada batería de radiadores.

Cada radiador dispondrá de los cáncamos necesarios para su izado y llevará un tapón de vaciado en su parte inferior y otro de purgado de aire en su parte superior.

En los colectores de entrada y salida de dos radiadores situados a un mismo lado de la cuba se dispondrán vainas termopozo para la medición de la temperatura durante el ensayo de calentamiento.

Los radiadores deberán soportar los mismos esfuerzos indicados para la cuba en el apartado anterior.

La chapa utilizada será de la mejor calidad y su espesor, especialmente en las zonas de dobleces, curvaturas y embutidos, no será inferior a 1 mm El tratamiento de superficie exterior de los

radiadores será mediante cincado en caliente de acuerdo con la Norma UNE 37507 “Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación” y pintados según 5.13.

Se tendrá en cuenta al estudiar la superficie de refrigeración, que el transformador se dispondrá, para limitar los efectos de un posible incendio, en celdas de mampostería formadas, habitualmente, por dos paredes laterales.

Los radiadores dispondrán de los elementos necesarios para permitir, si así se solicita, la instalación de una protección antipájaros.

Ventiladores

El número de ventiladores y el caudal total de la refrigeración serán definidos por el Fabricante, pero en cualquier caso nunca será inferior a dos.

Los motores de los ventiladores serán trifásicos, y deberán poderse alimentar indistintamente a 230 ó 400V, 50 Hz, y deberán poder funcionar correctamente entre los límites de tensiones +-15% y entre los límites de frecuencia de 49 y 51 Hz.

El valor de la tensión asignada dependerá del lugar de instalación. Al adjudicar el pedido se definirá la tensión de alimentación definitiva.

El circuito de control del equipo de refrigeración estará previsto para funcionamiento en modo automático y manual, que podrá seleccionarse por medio de un interruptor de control (IC) situado en el armario del transformador.

Este selector tendrá las siguientes posiciones:

- Automático
- Manual – local
- Fuera de servicio (con indicación)

En el modo manual-local, se podrá realizar el mando desde el armario del transformador mediante pulsadores.

El arranque y paro de los ventiladores deberá ser gobernado por la temperatura del transformador, mediante un termómetro de tipo intemperie, cuyo bulbo se situará en el punto más caliente del aceite. Cuando el aceite alcance una temperatura de 65ºC, se pondrán en marcha automáticamente los motoventiladores y continuarán funcionando hasta que la temperatura del aceite se haya reducido a 55ºC, en cuyo instante se detendrán.

Los circuitos eléctricos de los motoventiladores deberán protegerse con guardamotores provistos de protecciones térmicas y electromagnéticas con contactos de señalización, sin que se intercalen fusibles. El ajuste de estos elementos se efectuará a un valor de 1,3 veces la corriente real de los motores.

El equipo de mando de los ventiladores funcionará a 230 V, 50 Hz, conectándose entre fases o entre fase y neutro, según sea la tensión de alimentación de los motoventiladores, de 230 V o 400V.

Los motores de los ventiladores estarán protegidos, como mínimo, mediante un grado de protección IP2. Según norma UNE 20-324.

Cuando los ventiladores se instalen la parte inferior de los radiadores, se afianzarán sobre soportes fijados directamente a la cuba, y resultarán por lo tanto totalmente independientes de los

radiadores. Tanto en instalación para soplado vertical u horizontal, las aspas irán provistas de rejillas que impidan el contracto involuntario de las manos.

Armarios de circuitos de control

El transformador dispondrá de dos armarios, uno para el accionamiento del cambiador de tomas y otro para el control de ventiladores y final de bornas.

Las condiciones comunes a ambos armarios serán:

- Estarán protegidos contra el polvo y los chorros de agua, con un grado de protección IP54X según norma UNE 20-324.
- Irán provistos de alumbrado y protección magnetotérmica que se conectará al abrir cualquiera de las puertas, y dispondrá de calefacción con termostato para evitar condensaciones, funcionando a 230V, 50Hz. También se colocará una toma monofásica para 230V, 10A, con toma de tierra.
- Cada armario y su puerta deberán conectarse a tierra a través de una trenza flexible de cobre con una sección mínima de 60 mm2.
- La altura del plano medio de los armarios sobre el suelo será de 1,60 m.
- Los armarios estarán montados sobre tacos de goma o silentblocs, no sometidos a esfuerzos laterales.
- Los dos armarios estarán protegidos, exterior e interiormente, mediante pintado, siendo además la pintura de acabado idéntica a la del resto del transformador.
- Para la interconexión entre los armarios y los diferentes accesorios del transformador se realizará mediante cables multipolares independientes.
- Su fijación se efectuará agrupándolos en un único mazo mediante abrazaderas de material aislante, sujetándolos a elementos previamente fijados o soldados al transformador, resistentes a la intemperie.
- No se aceptará que los cables transcurran por el interior de canaletas o tubos y su recorrido por encima de la tapa del transformador será el mínimo necesario.
- Los armarios dispondrán de resistencias de calefacción y termostatos que funcionarán, en combinación con el estado del interruptor de A.T.(cerrado o abierto), para evitar condensaciones en su interior. La alimentación eléctrica de estos elementos procederá de la caja de elementos auxiliares del transformador.

- La temperatura máxima de la resistencia no superará los 50 ºC.

Armario de accionamiento del cambiador de tomas

El accionamiento del mando del cambiador de tomas podrá realizarse a mano y eléctricamente desde el propio transformado.

El accionamiento eléctrico será mediante motor trifásico, alimentado a 230V, 50Hz, debiendo funcionar correctamente entre los límites de tensión ±15% y entre los límites de frecuencia de 46 y 51 Hz. Este motor podrá conectarse en estrella para ser alimentado a 400 V.

El circuito eléctrico estará protegido mediante guardamotor con protección térmica y electromagnética y provisto de contactos de señalización, sin que se intercalen fusibles. El ajuste del guardamotor se efectuará a un valor de 1,3 veces el valor de la corriente real del motor.

Dispondrá de un sistema de bloqueo eléctrico del funcionamiento del motor, para el caso de sentido de sucesión de fases de la tensión de alimentación incorrecta.

Dispondrá de dos tambores de contactos con sus terminales conectados a la regleta de bornes, el primero para la indicación a distancia de la posición del cambiador de tomas y el segundo para la posible utilización de marcha en paralelo con otro transformador.

Dispondrá de un contador del número de maniobras efectuadas por el cambiador tanto manual como a distancia y de la posibilidad de efectuar el paro de la maniobra local, una vez la misma haya sido iniciada.

El cambio de posición del cambiador de tomas se efectuará mediante el cierre momentáneo de un circuito a través de un pulsador. El mantener permanentemente una orden no ha de ser causa de que el mecanismo adelante o retroceda más de un paso.

Armario control ventilación y final de bornes.

En este armario se recogerán todos los circuitos: secundarios de los transformadores de intensidad, ventilación, cambiador de tomas y protecciones propias. La salida de los circuitos se efectuara por la parte inferior del armario mediante prensaestopas de forma que queden protegidos de la lluvia.

Los contactos de los dispositivos de protección y señalización cumplirán con la norma UNE-EN 60947 y tendrán las siguientes características eléctricas:

Designación	N300
Categoría de empleo	DC-13
Corriente térmica convencional	10 A
Corriente admisible de corta duración	80 A, 1s
Corriente de empleo asignada	2.2 A
Tensión de empleo asignada	125 Vcc
Tensión soportada respecto a masa y entre sí	2000 V, 50 Hz, 1 min.
Tensión soportada entre bornes de un mismo contacto abierto	1000 V, 50 Hz, 1 min.

En el interior del armario se instalará una caja codificadora binaria para la indicación a distancia de la posición del cambiador de tomas. Se incluye el suministro, montaje y conexionado.

Pintura

El procedimiento a seguir para el tratamiento de superficies y la aplicación posterior de la pintura, será el establecido en la norma UNE 20-175 "Sistema de pintado para transformadores de potencia".

El color del acabado será gris de designación S 4502-Y, según la norma UNE 48 – 103 - 94, que corresponde al color RAL 7030.

Una vez situado el transformador en su lugar de instalación, se procederá a un repaso de la pintura, a fin de reparar los posibles desperfectos producidos durante el transporte y el montaje.

Aceite

El aceite empleado será exclusivamente aceite mineral no inhibido, sin mezclas de productos de síntesis, tales como alquibencenos o similares, y deberá cumplir las condiciones establecidas en la norma UNE 21320 (parte 5) clase II y norma IEC 60296.

Placas de características

Todas las placas de características serán de acero inoxidable, con espesor mínimo de 0,8 mm, debiéndose realizar las indicaciones mediante grabado en hueco o en relieve, con una profundidad no inferior a 0,2 mm.

a) Placa de características del transformador

Los transformadores objeto de esta norma llevarán una placa de características, en la que las indicaciones serán fácilmente legibles por una persona situada de pie en el plano de rodadura del transformador.

La placa contendrá los conceptos indicados a continuación:

- Nombre del Fabricante.
- Transformador trifásico/monofásico en baño de aceite
- Tipo de transformador.
- Número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Nivel de aislamiento de los arrollamientos con la nomenclatura normalizada.
- Potencia asignada en MVA con refrigeración ONAF/OFAF.
- Potencia asignada en MVA con refrigeración ONAN.
- Sistema de refrigeración.
- Frecuencia asignada.
- Tensiones asignadas en arrollamientos de AT.
- Tensiones asignadas en arrollamientos de MT.
- Tensiones de ensayo a impulso tipo rayo y soportada a frecuencia industrial de cada arrollamiento.
- Elevación media de temperatura en el cobre.
- Elevación de temperatura del punto más caliente de los arrollamientos.
- Elevación de temperatura en el aceite superior.
- Tensiones de cortocircuito en las posiciones central y extremas.
- Grupos de conexión.
- Nivel de ruido: presión acústica, en dB(A)
- Marca y tipo de aceite.
- Esquema de conexiones, con el dibujo completo de las conexiones en una columna que permita la fácil interpretación del funcionamiento del cambiador de tomas, e indicación de la posición del mando y del selector del cambiador de tomas en la que se obtienen las diferentes tensiones.
- Relación y características de los TI toroidales instalados en las bornas de AT para medida y protección.
- Peso a desencubar.
- Peso de la cuba con los accesorios.
- Peso del aceite.

- Peso total del transformador, lleno de aceite, dispuesto para entrar en servicio.
- Peso indivisible del transformador dispuesto para el transporte.

En la placa se dispondrá un cuadro en forma de tabla de columnas donde se recogerán los siguientes datos entre sí relacionados:

- Diagrama vectorial del arrollamiento de AT.
- Posición del mando (con todas las posiciones).
- Posición del selector en todas las posiciones indicadas por el mando.
- Posición del preselector en todas las posiciones indicadas.
- Tensiones del arrollamiento AT en todas las posiciones, a la potencia asignada.
- Corrientes asignadas en todas las posiciones, a la potencia asignada.
- Tensión asignada de la MT.
- Corriente asignada de la MT.
- Diagrama vectorial del arrollamiento MT.
- Marcas de las bornas MT. Puentes a realizar para conseguir el grupo de conexión y la indicación de las bornas a las cuales deberán conectarse las conexiones exteriores.

Otras indicaciones que se incluirán en mayúsculas:

"TODAS LAS TENSIONES SE ENTIENDEN EN VACIO"

"ESTE TRANSFORMADOR PUEDE SER SOBREEXCITADO EN UN 10%"

"TRANSFORMADOR PREVISTO PARA SOPORTAR EL VACIO ABSOLUTO"

Dado que algunos de estos datos se conocerán de forma definitiva después de los ensayos, a efectos de diseño se suministrará a la Propiedad un dibujo provisional de la placa con todos los datos inicialmente supuestos.

b) Placas de accesorios.

Para identificar correctamente los accesorios se dispondrán además, las siguientes placas de datos:

a) En la parte exterior del armario de accionamiento del cambiador de tomas: Placa con las características del mando, motor y cambiador de tomas (corriente, tensión, valor de cada resistencia de conmutación y número de estas en paralelo).

b) En la proximidad de los motoventiladores: Placa fácilmente legibles con caracteres de aproximadamente 40 mm de altura, con la misma identificación que los magnetotérmicos correspondientes "S2, S3, S4...".

c) En los motoventiladores: Placa de características que incluirá la marca tipo, tensiones, consumos de corriente, caudales de aire y nivel de ruidos (presión acústica).

d) En el relé Buchhölz: Placa con sus características, diámetro, velocidad del aceite que provoca el cierre del contacto de disparo, datos de los contactos, marca, tipo y número de fabricación.

e) En las válvulas de lenteja de los radiadores se colocarán las placas mencionadas en el apartado correspondiente de este Pliego.

f) En cada una de los accesorios (válvulas, termómetros, etc...) se colocará una placa con el texto explicativo de la función que realiza o del fin para el cual ha sido instalada.

g) En las proximidades del termómetro se colocará una placa donde se indicarán los valores de ajuste para el arranque y paro de la ventilación y los correspondientes a la alarma y disparo.

Estos valores serán:

- Temperatura para arranque y paro de la ventilación 65 ºC, y 55 ºC (temperatura en descenso).
- Temperatura para alarma 85 ºC, Temperatura para disparo 95 ºC.

h) En las proximidades de la tapa registro de la puesta a tierra del núcleo: Placa con el texto explicativo de la función.

i) Junto al equipo de recogida de gases: Placa, tamaño DIN A5 con el esquema de los conductos y espitas, identificando cada una de las espitas, y con una leyenda con las indicaciones siguientes:

j) En las proximidades del desecador de silicagel: Placa conteniendo una indicación similar a la siguiente:

"Peso aproximado de la carga de silicagel:.....kg."
“Sustituir el silicagel cuando cambie a .....”

k) Adosadas a los laterales del depósito de expansión y de forma que sean legibles desde el suelo, se colocarán dos placas con las siguientes indicaciones:

- Aceite depósito expansión principal.
- Aceite deposito conmutador.

l) En cada una de las tapas de registro se colocará una placa con indicación de la función para la cual ha sido instalada.

Ensayos.

Se realizarán en Fábrica los siguientes ensayos con el transformador montado y completamente terminado. Se aplicarán los siguientes ensayos:

Ensayos obligatorios a realizar en todas las máquinas

a) Medida de la resistencia de los arrollamientos, en todas las posiciones del cambiador de tomas, referida a 75ºC.

b) Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento.

c) Medida de la impedancia de cortocircuito y medida de las pérdidas en el cobre y adicionales a plena carga en las posiciones centrales y extremas, referidas a 75 ºC.

d) Medida de las pérdidas en vacío al 90%, 100 %, 110% y 115 % de la tensión asignada. Medida de la intensidad de vacío en las mismas condiciones.

e) Ensayos dieléctricos, según tabla a todos los arrollamientos, incluidos los neutros.

Clase de arrollamiento	Tensión más elevada para el material Um kV	Ensayos				
		Impulso tipo rayo (IR)	Impulso tipo maniobra (IM)	Larga duración con CA (CALD)	Corta duración con CA (CACD)	Tensión aplicada con CA
Aislamiento uniforme	$Um \leq 72,5$	Individual	No aplicable	No aplicable	Individual	Individual
Aislamiento uniforme y no uniforme	$72,5 < Um \leq 170$	Individual	No aplicable	Especial	Individual	Individual
	$170 < Um < 300$	Individual	Individual (Nota)	Individual	Especial (Nota)	Individual
	$Um \geq 300$	Individual	Individual	Individual	Especial	Individual
NOTA -Si se especifica un ensayo con CACD no se requiere el ensayo con IM. Esto debe establecerse claramente en la petición de oferta.						

Tabla 1

f) Ensayos en los cambiadores de tomas de regulación en carga, según apartado 10.8 de la UNE-EN 60076-1. Se comprobará que el dispositivo del cambiador de tomas en carga no pueda quedar entre dos posiciones, incluso faltando corriente de alimentación para su funcionamiento.

Se comprobará que el tiempo necesario para pasar de un escalón al contiguo, sea el indicado en el Cuestionario del ANEXO 1, a cumplimentar por el Fabricante. Igualmente se comprobará que en la marcha paso a paso, que el mando del conmutador se pare exactamente en la posición deseada, incluso si se continúa apretando sobre el botón de maniobra, que el mando manual no pueda ser utilizado a la vez que el eléctrico y que todas las señalizaciones funcionen correctamente. Asimismo se comprobará el funcionamiento del relé de bloqueo en caso de secuencia de fases inapropiada.

g) Medida de la(s) impedancia(s) homopolar(es) en las posiciones media y extremas.

h) Medida de la resistencia del aislamiento respecto a tierra de los arrollamientos, y medida del factor de disipación (tg □) de las capacidades del sistema de aislamiento de los arrollamiento y de las bornas AT a la tensión de 2 y 10 kV (Estos son valores de referencia para comparación con medidas que se efectuarán posteriormente "in situ".)

i) Ensayo dieléctrico de los circuitos auxiliares

Ensayos a realizar por proyecto idéntico.

Se realizarán en uno de cada cinco transformadores, por proveedor y con un mínimo de uno.

a) Ensayos de calentamiento en la posición más desfavorable. Según EN 60076-2. Cuando se suministren varias unidades con idénticas características solo será necesario realizar este ensayo en una de ellas.

b) Determinación del nivel de ruido. La medida del nivel de ruido, se hará de acuerdo con la Norma UNE-EN 60076-10. Para la realización de este ensayo se requiere que el nivel de ruido

ambiente (presión acústica) sea inferior en más de 3 db(A) al nivel de ruido del transformador en funcionamiento ONAN.

c) Medida de la potencia absorbida por los motores de bombas de aceite y de ventiladores

Ensayos especiales

a) Ensayos dieléctricos especiales. Según lo establecido en la tabla de acuerdo con los valores indicados en este documento.

b) Resistencia a los cortocircuitos exteriores. El Fabricante deberá justificar, mediante cálculos justificativos que el transformador es capaz de soportar las solicitaciones establecidas.

c) Medida de los armónicos de la corriente en vacío. Se medirán en todas las fases y la amplitud de los armónicos se expresará en tanto por ciento de la componente fundamental.

Las mediciones serán realizadas con multímetro digital y con transformadores de medida de una precisión tal que no requieran ninguna posterior corrección de resultados. El Fabricante deberá presentar la correspondiente certificación oficial acreditativa del comportamiento de sus equipos, de acuerdo con las directrices del apartado 4.11 de la Norma ISO 9001 y requisitos específicos de la CEI 606.

Condiciones de aceptación o rechazo.

En función de las desviaciones de los valores obtenidos en relación con los ofertados, las máquinas podrán ser aceptadas, aceptadas con la imposición de una penalización o rechazadas. En los subapartados siguientes se establecen las tolerancias para la aceptación y las fórmulas y límites de aplicación de las penalizaciones a aplicar en su caso.

a) Relación de transformación.

Tolerancia de $\pm$ 0,5% del valor especificado.

Rechazo para valores fuera de tolerancia

b) Pérdidas en vacío.

Aceptación: Valor inferior al garantizado.

Rechazo: Valor superior al 110% del valor garantizado.

c) Perdidas en cortocircuito

Aceptación: Valor de las perdidas en cortocircuito a 75ºC, en la toma central y en sus extremos inferior al garantizado.

Rechazo: Valor superior al 110% del garantizado.

d) Pérdidas totales

Los transformadores podrán ser rechazados si las pérdidas totales, las correspondientes a vacío y a cortocircuito, superan el 110% del valor garantizado en las tomas centrales y extremas.

e) Corriente de vacío.

Tolerancia del +20% del valor garantizado a la tensión asignada y 0% del valor garantizado al 1,1 de la tensión asignada.

Rechazo para valores superiores a la tolerancia.

f) Tensión de cortocircuito.

Según norma UNE 60067-1, tabla tolerancias.

Rechazo para valores superiores a la tolerancia.

g) Calentamiento.

Tolerancia nula por encima del valor estipulado

Rechazo para valores superiores a la tolerancia.

h) Nivel de ruido.

Tolerancia nula por encima del valor estipulado

Rechazo para valores superiores a lo solicitado.

i) Factor de perdidas dieléctricas (tgd) de los arrollamientos y de las bornas.

No se aceptará por encima de 0,005, a 20 ºC

Rechazo para valores superiores a los indicados.

2.1.3.7. Embarrados y conexiones

Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. Luego se montarán en el suelo todos los tramos, izándolos y regulándolos posteriormente.

Los embarrados de tubo se prepararán y ejecutarán en suelo incluyendo el doblado con máquina, entronques si son necesarios y taladros. En el caso de los tubos de aluminio, se prevé un equipo de soldadura para la unión de las palas de conexión. Posteriormente se izarán y montarán los diferentes tramos.

2.1.4. Instalación de Baja Tensión

La instalación deberá realizarse de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, con todos sus apartados (secciones de conductores, diámetros de tubos, etc.).

2.1.4.1. Conductores

Los conductores serán aislados de cobre y estarán aislados con materias plásticas o elastómeros adecuadas.

Estarán, además, debidamente protegidos contra la corrosión, tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos y cumplirán con la norma UNE 21024.

Los conductores serán generalmente unipolares y su tensión nominal no será inferior a 1.000 voltios.

La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades previstas.

2.1.4.2. Montaje y condiciones generales

- Todos los materiales a emplear serán de primera calidad, acordes con las características reglamentarias.

- El aislamiento entre conductores y entre éstos y tierra deberá tener una resistencia de 500 kΩ como mínimo.
- Todos los conductores irán timbrados y con colores normalizados.
- Terminada la instalación, se someterá ésta a las pruebas reglamentarias en presencia del Director de Obra.

2.1.5. Instalación de la Red de Tierras

La instalación deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones para Ejecución de Redes de Tierras.

2.1.6. Instalación de Protección y Control

La instalación de Protección y Control deberá cumplir con las especificaciones para Subestaciones.

2.1.7. Instalación de Medida

La instalación deberá realizarse de acuerdo con las especificaciones para Equipos de Medida de Energía Eléctrica.

2.1.8. Instalación de Alimentación en CC

La instalación cumplirá lo indicado en las especificaciones.

2.1.9. Instalación de Grupo Electrógeno

La instalación cumplirá lo indicado en la especificación sobre el Suministro de Grupo Electrógeno de Emergencia.

2.1.10. Ensayos y Pruebas

Todos los materiales eléctricos deberán ser suministrados con los correspondientes certificados de haber superado los ensayos y pruebas de acuerdo a la normativa de aplicación en cada caso. No obstante, el Director de Obra podrá ordenar cuantos ensayos y pruebas complementarios estime conveniente, considerándose que le coste de estas pruebas está incluido en el precio unitario, hasta un límite del 1% del presupuesto de adjudicación.

2.2. OBRA CIVIL

2.2.1. Despeje y desbroce del terreno

2.2.1.1. Definición y alcance

Las operaciones de despeje y desbroce del terreno son las necesarias para dejar el terreno natural, entre límites de explanación, totalmente libre de obstáculos, maleza, árboles, tocones, vallas, muretes, basuras, escombros y cualquier otro material indeseable a juicio del Director de Obra, de modo que dichas zonas queden aptas y en condiciones para el inicio de los trabajos de excavación y/o terraplenado.

Esta unidad de obra incluye:

- La remoción de los materiales.
- La extracción de tocones.

- Las operaciones de carga, transporte y descarga de los materiales en vertedero, así como su apilado o almacenamiento provisional y cuantas operaciones sean precisas hasta su vertido definitivo.
- Todo elemento auxiliar o de protección necesario, como vallas, muretes, etc.
- La conservación en buen estado de los materiales apilados y de los vertederos donde se descarguen los materiales no combustibles y los cánones, indemnizaciones, impuestos, gastos, etc., de los vertederos y de los lugares de almacenamiento o el extendido y compactación de los materiales en el vertedero de proyecto.
- Cualquier trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

2.2.1.2. Ejecución de las obras.

La ejecución de las obras se realizará según lo dispuesto al respecto en el artículo 300 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/75) del M.O.P.T.

2.2.1.3. Medición y abono

Esta unidad de obra se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) realmente ejecutados, medidos sobre el plano que conforma el terreno.

Se entiende por "realmente ejecutados", toda la superficie que se encuentra entre líneas de explanación y que no corresponde a superficies de edificios demolidos o a carreteras, caminos, vías de comunicación existentes o en general cualquier pavimento o firme existente.

2.2.2. Subbase

2.2.2.1. Definición

Se define como subbase la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada. Está formada básicamente por partículas no trituradas.

2.2.2.2. Materiales

Características generales

Los materiales de la subbase procederán de graveras o depósitos naturales, suelos naturales o una mezcla de ambos. En general serán materiales locales, exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas. No serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciables bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen con el agua a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o de contaminar el suelo o las corrientes de agua.

El Director de las Obras podrá fijar especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriesen.

Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO3), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al uno por ciento (1,0 %).

Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del material de la subbase será superior a 25.

Plasticidad

Podrán admitirse los siguientes valores:

- Límite líquido inferior a 25 según UNE 103103
- Índice de plasticidad inferior a 6 según UNE 103104

Composición granulométrica

El tamaño máximo del árido no rebasará la mitad del espesor de la tongada.

La fracción cernida por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2 será menor que los dos tercios del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 933-2

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, estará comprendida dentro del siguiente huso granulométrico:

TAMICES UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)
40	80-100
25	65-85
20	60-80
8	50-75
4	45-65
2	35-55
0,500	20-40
0,250	10-25
0,063	0-15

2.2.2.3. Equipo necesario para la ejecución de las obras

La subbase se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia. Deberán disponer de lonas o cobertores adecuados para protegerla durante su transporte. Por seguridad de la circulación vial será inexcusable el empleo de cobertores para el transporte por carreteras en servicio.

El Director de las Obras deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de las subbases, de modo que se garantice un reparto homogéneo y uniforme del material.

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán por el Director de las Obras.

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave. El equipo de compactación deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos. Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos.

El Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la subbase en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.

2.2.2.4. Ejecución de las obras

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la subbase. El Director de las Obras indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la subbase, en tongadas de espesor no superior a cuarenta centímetros (40 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión de la subbase se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores a las exigidas en el resto de la tongada.

2.2.2.5. Especificaciones de la unidad terminada

La compactación de la subbase deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE 103501.

2.2.2.6. Limitaciones de ejecución

Las subbases se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones significativas en la humedad del material

Durante las obras se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza.

2.2.2.7. Control de calidad

Control de procedencia

Si el material utilizado se encuentra, a juicio del Director de las Obras, sancionado por la práctica, o si con el material utilizado se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad homologado, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del material no serán de aplicación obligatoria. Esto no supondrá en ningún caso la aceptación del

material ni de la unidad de obra terminada, que no se producirán hasta que no se hayan estudiado los ensayos de recepción y de puesta en obra.

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud, según el resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible para cada tipo de material: mediante la toma de muestras en acopios, o mediante sondeos, calicatas u otros métodos de toma de muestras.

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayarán un mínimo de dos (2) muestras, añadiéndose una (1) más por cada veinte mil metros cúbicos (20.000 m^3) o fracción, de exceso sobre cien mil metros cúbicos (100.000 m^3).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8.

El Director de las Obras comprobará además:

- La retirada de la eventual montera en la extracción de la subbase.
- La exclusión de vetas no utilizables.

Control de ejecución

Antes de verter la subbase, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
  - ✓ Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
  - ✓ El número de pasadas de cada compactador.

Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los dos criterios siguientes a una sola tongada de subbase:

- Una longitud de mil metros (1000 m) de calzada.
- Una superficie de siete mil metros cuadrados (7.000 m2) de calzada.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada 250 m.

Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote.

La densidad media obtenida no será inferior a la que corresponda al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE 103501; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta tres (3) puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

2.2.3. Explanaciones

2.2.3.1. Descripción

Desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación. Quedan excluidos los terrenos rocosos que precisen de explosivos o los muy blandos.

2.2.3.2. Componentes

Para rellenos, aportación de tierras.

2.2.3.3. Condiciones previas

- Plantas, secciones y pendientes naturales acotadas de la explanación a realizar.
- Servidumbres que pueden ser afectadas por la explanación.
- Plano topográfico con curvas de nivel de la zona de la explanación, con los accidentes más notables.
- Cota del nivel freático y corrientes de agua subterránea.
- Desbroce y limpieza superficial.
- Replanteo.
- Se prestará especial atención a la posible existencia de servicios e instalaciones que puedan verse afectados por la explanación, tomando las medidas de conservación y protección necesarias.

2.2.3.4. Ejecución

- Se evitarán los deslizamientos por descalces, erosiones y filtraciones, tomando las medidas precisas para no alterar la resistencia del terreno sin excavar.
- Se colocarán puntos fijos de referencia exteriores al perímetro de la explanación, sacando las cotas de nivel y desplazamiento, tanto horizontal como vertical.
- Se solicitará a las compañías suministradoras información sobre las instalaciones que puedan ser afectadas por la explanación.
- La Dirección Facultativa tomará siempre las decisiones que fueran necesarias en los siguientes aspectos:
  - ✓ En aquellas construcciones que rebasen los límites de la explanación.
  - ✓ En aquellos terrenos en los que aparezca roca.
  - ✓ En los bordes junto a construcciones ya establecidas.

- ✓ En aquellas zonas de la explanación en las que aparezcan cursos naturales de aguas superficiales o profundas.
- ✓ En aquellos taludes y paredes en los que sea necesario colocar un entibamiento o refuerzo.
- ✓ En la apertura de los préstamos que puedan ser necesarios.
- ✓ Por circunstancias imprevistas, anomalías o urgencias.

- Después de haber llovido no se extenderá una nueva tongada de relleno o terraplén hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca, hasta conseguir que la humedad final sea la adecuada.
- Si por razones de sequedad hubiera que humedecer una tongada se hará de forma uniforme, sin que existan encharcamientos.
- Se pararán los trabajos de terraplenado cuando la temperatura descienda de 2º C.
- Se procurará evitar el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas ya compactadas.
- Los trabajos de protección contra la erosión de taludes permanentes, como cubierta vegetal, cunetas, etc., se realizarán inmediatamente después de la ejecución del talud.
- Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, se deberán dar al final unas pasadas sin aplicar vibración.
- La transición entre taludes de desmonte y terraplén se realizará suavizando al máximo la intersección.
- La tierra vegetal deberá separarse del resto de los productos explanados, permitiéndose su utilización posterior solamente en protección de taludes.
- Las zanjas de préstamo quedarán como mínimo a una distancia de 4 m de la base del terraplén.

2.2.3.5. Control

Desmontes:

- Se hará un control de replanteo cada 50 m de perímetro y no menos de uno por desmonte, no aceptándose en casos de errores superiores al 2,5% o y variaciones de + 10 cm.
- Se hará un control de altura de la franja excavada cada 2.000 m^3, y no menos de uno al descender 3,00 m, no aceptándose, en caso de altura mayor de 1,65 m, la ejecución por con medios manuales.
- Se hará un control de nivelación de la explanada cada 1.000 m^2, y no menos de 3 por explanada, no aceptándose en caso de variaciones no acumulativas entre lecturas de 50 mm en general y de 30 mm en viales.
- Se hará un control de borde con talud permanente al descender 3,00 m y no menos de uno por talud, no aceptándose en caso de variación en el ángulo del talud superior a + 2º.

Base del terraplén:

- Se hará un control de las dimensiones del replanteo igual que en el desmonte.

- Se hará un control de excavación de la base del terraplén cada 1.000 m^2 en proyección y no menos de uno por explanada, no aceptándose si no se ha excavado la capa vegetal y si su profundidad es inferior a 15 cm; tampoco se aceptará en pendientes superiores a 1:5 que no se hayan realizado bermas y las mesetas no tengan la pendiente especificada.

Terraplén:

- Se hará un control de densidad "in situ" del relleno del núcleo cada 1.000 m^3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 92% del Proctor, ni a 1,45 Kg/dm^3.
- Se hará un control de densidad "in situ" del relleno de coronación cada 1.000 m^3 de relleno y no menos de tres por explanación, no aceptándose en caso de que la densidad sea inferior al 95% del Proctor, ni a 1,75 Kg/dm^3.
- Se hará un control de nivelación de la explanada como en desmonte.
- Se hará un control de borde con talud permanente como en desmonte.

2.2.3.6. Normativa y Especificaciones

- NTE-ADE/1977
- PCT-DGA/1960
- PG-4/1988
- UNE: 7377-76, 7378-75
- NLT: 107, 11, 117, 152
- ESP-E/ING-OCV-00001. Catalogo para diseño y ejecución de secciones de firme
- ESP-E/ING-GEN-00007 Superficies a ocupar en la construcción de plantas eólicas y líneas aéreas de evacuación

2.2.3.7. Seguridad y salud

- La maquinaria a emplear mantendrá la distancia de seguridad a las líneas aéreas de energía eléctrica.
- El ancho mínimo de las rampas provisionales para el movimiento de maquinaria será de 4,50 m.
- Siempre que una máquina inicie un movimiento o de marcha atrás, lo hará con una señal acústica.
- Antes de iniciarse la jornada se verificarán los frenos y mecanismos de seguridad de vehículos y maquinaria.
- La excavación del terreno "a tumbo" está prohibida.
- No se acumulará el terreno de la excavación, ni otros materiales, junto a bordes de coronación de taludes.
- Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas se desinfectará antes de su transporte, no pudiéndose utilizar para préstamo. El personal que lo manipule estará provisto del equipaje adecuado para su protección.

- Se evitará la formación de polvo, siendo necesario regar y utilizar el personal mascarilla o material adecuado.
- El refino de las paredes ataluzadas se realizará para profundidades no mayores a 3,00 m.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales sobre Seguridad y Salud en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

2.2.3.8. Medición

- En desmontes, por m3 de cubicación del volumen excavado sobre perfiles, incluso desbroce, replanteo y refinado, no considerando el esponjamiento, midiendo aparte la carga y transporte a vertedero.
- En terraplenes, por m3 del volumen sobre perfiles, incluyéndose el transporte interior, midiendo aparte el exterior procedente de préstamos.
- Todas aquellas variaciones en exceso que surjan por negligencia de la Contrata, por conveniencia o erosión, no se abonarán.

2.2.3.9. Mantenimiento

- Se mantendrán protegidos contra la erosión los bordes ataluzados, cuidando que la vegetación plantada no se seque.
- Los bordes ataluzados en su coronación se mantendrán protegidos contra la acumulación de aguas, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos, cortando el agua junto a un talud cuando se produzca una fuga.
- No se concentrarán cargas superiores a 200 Kg/m2 junto a la parte superior de los bordes ataluzados, ni se socavará en su pie ni en su coronación.
- Se consultará a la Dirección de Obra si aparecieran grietas paralelas al borde del talud.

2.2.4. Excavaciones en zanjas

2.2.4.1. Descripción

Excavación estrecha y larga que se hace en el terreno para instalar una conducción subterránea.

2.2.4.2. Componentes

En caso necesario, madera para entibaciones, apeos y apuntalamientos.

2.2.4.3. Condiciones previas

- Antes de comenzar la excavación de la zanja, será necesario que la Dirección de Obra haya comprobado el replanteo.
- Se deberá disponer de plantas y secciones acotadas.
- Habrán sido investigados los servicios existentes que pueden ser afectados, como redes de agua potable, saneamiento, fosas sépticas, redes de electricidad, telefonía, fibra óptica, calefacción, iluminación, etc.
- Se estudiarán el corte estratigráfico y las características del terreno a excavar, como tipo de terreno, humedad y consistencia.

- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones próximas que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de 2 veces la profundidad de la zanja o pozo.
- Evaluación de la tensión a compresión que transmitan al terreno las cimentaciones próximas.
- Las zonas a acotar en el trabajo de zanjas no serán menores de 1 m para el tránsito de peatones y de 2 m para vehículos, medidos desde el borde del corte.

2.2.4.4. Ejecución

- El replanteo se realizará de tal forma que existirán puntos fijos de referencia, tanto de cotas como de nivel, siempre fuera del área de excavación.
- Se llevará en obra un control detallado de las mediciones de la excavación de las zanjas.
- El comienzo de la excavación de zanjas se realizará cuando existan todos los elementos necesarios para su excavación, incluido la madera para una posible entibación.
- La Dirección de Obra indicará siempre la profundidad de los fondos de la excavación de la zanja, siendo su acabado limpio.
- La Contrata deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes verticales de todas las excavaciones que realice, aplicando los medios de entibación, apuntalamiento, apeo y protección superficial del terreno, que considere necesario, a fin de impedir desprendimientos, derrumbamientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuvieran definidos en el Proyecto, o no hubiesen sido ordenados por la Dirección de Obra.
- La Dirección de Obra podrá ordenar en cualquier momento la colocación de entibaciones, apuntalamientos, apeos y protecciones superficiales del terreno.
- Se adoptarán por la Contrata todas las medidas necesarias para evitar la entrada del agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.
- Las aguas superficiales deberán ser desviadas por la Contrata y canalizadas antes de que alcancen los taludes, las paredes y el fondo de la excavación de la zanja.
- El fondo de la zanja deberá quedar libre de tierra, fragmentos de roca, roca alterada, capas de terreno inadecuado o cualquier elemento extraño que pudiera debilitar su resistencia. Se limpiarán las grietas y hendiduras, rellenándose con material compactado.
- La separación entre el tajo de la máquina y la entibación no será mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.
- En el caso de terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvia, las zanjas nunca permanecerán abiertas más de ocho días, sin que sean protegidas o finalizados los trabajos.
- Una vez alcanzada la cota inferior de la excavación de la zanja, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras, para observar si se han producido desperfectos y tomar las medidas pertinentes.
- Mientras no se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondos de la zanja, se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos que hayan sido necesarios, así como las vallas, cerramientos y demás medidas de protección.

- Los productos resultantes de la excavación de las zanjas, que sean aprovechables para un relleno posterior, se podrán depositar en montones situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de la misma de 0,60 m como mínimo, dejando libres, caminos, aceras, cunetas, acequias y demás pasos y servicios existentes.

2.2.4.5. Control

- Cada 20 m o fracción, se hará un control de dimensiones del replanteo, no aceptándose errores superiores al 2,5% y variaciones superiores a + 10 cm, en cuanto a distancias entre ejes.
- El fondo y paredes de la zanja terminada, tendrán las formas y dimensiones exigidas por la Dirección de Obra, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de + 5 cm, respecto a las superficies teóricas.
- Se rechazará el borde exterior del vaciado cuando existan lentejones o restos de edificaciones.
- Se comprobará la capacidad portante del terreno y su naturaleza con lo especificado en el Proyecto, dejando constancia de los resultados en el Libro de Órdenes.

2.2.4.6. Normativa

- NTE-ADZ/1976
- PG-4/1988
- PCT-DGA/1.960
- Normas UNE 56501, 56505, 56507, 56508, 56509, 56510, 56520, 56521, 56525, 56526, 56527, 56529, 56535, 56537, 56539, 7183 y 37501.

2.2.4.7. Seguridad y salud

- Se acotará una zona, no menor de 1 m para el tránsito de peatones, ni menor de 2 m para el paso de vehículos, medidos desde el borde vertical del corte.
- Cuando sea previsible el paso de peatones o el de vehículos junto el borde del corte de la zanja, se dispondrá de vallas móviles que estarán iluminadas cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44.
- El acopio de materiales y tierras, en zanjas de profundidad mayor de 1,30 m, se realizará a una distancia no menor de 2 m del borde del corte de la zanja.
- Existirá un operario fuera de la zanja, siempre que la profundidad de ésta sea mayor de 1,30 m y haya alguien trabajando en su interior, para poder ayudar en el trabajo y pedir auxilio en caso de emergencia.
- En zanjas de profundidad mayor a 1,30 m, y siempre que lo especifique la Dirección de Obra, será obligatoria la colocación de entibaciones, sobresaliendo un mínimo de 20 cm del nivel superficial del terreno.
- Cada día, y antes de iniciar los trabajos, se revisarán las entibaciones, tensando los codales que estén flojos, extremando estas precauciones en tiempo de lluvia, heladas o cuando se interrumpe el trabajo más de un día.
- Se tratará de no dar golpes a las entibaciones durante los trabajos.

- No se utilizarán las entibaciones como escaleras, ni se utilizarán los codales como elementos de carga.
- En los trabajos de entibación, se tendrán en cuenta las distancias entre los operarios, según las herramientas que se empleen.
- Llegado el momento de desentibar las tablas se quitarán de una en una, alcanzando como máximo la altura de 1 m tapando a continuación el tramo desentibado para evitar el desplome del terreno, comenzando el desentibado siempre por la parte inferior de la zanja.
- Las zanjas que superen la profundidad de 1,30 m, será necesario usar escaleras para entrada y salida de las mismas de forma que ningún operario esté a una distancia superior de 30 m de una de ellas, estando colocadas desde el fondo de la excavación hasta 1 m por encima de la rasante, estando correctamente arriostrada en sentido transversal.
- Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas se desinfectará antes de su transporte, no pudiéndose utilizar para préstamo. El personal que lo manipule estará provisto del equipaje adecuado para su protección.
- Se contará en la obra con una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, etc., que se reservarán para caso de emergencia, no pudiéndose utilizar para la entibación.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que existan y todas las Ordenanzas Municipales que sean de aplicación.

2.2.4.8. Medición y valoración

- Las excavaciones para zanjas se abonarán por m3, sobre los perfiles reales del terreno y antes de rellenar.
- No se consideraran los desmoronamientos, o los excesos producidos por desplomes o errores.
- El Contratista podrá presentar a la Dirección de Obra para su aprobación el presupuesto concreto de las medidas a tomar para evitar los desmoronamientos cuando al comenzar las obras las condiciones del terreno no concuerden con las previstas en el Proyecto.

2.3. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

2.3.1. Descripción

Unidades de obra realizadas con hormigón y armadura de barras de acero para conseguir la resistencia solicitada en el proyecto.

2.3.2. Condiciones previas

- Fabricación y montaje de los encofrados.
- Definición de las características del hormigón.
- Replanteo.
- Fabricación de las armaduras.
- Conformidad de la Dirección de Obra con la colocación y montaje de los elementos descritos.

2.3.3. Componentes

- Cemento.
- Áridos.
- Agua.
- Ferralla.
- Aditivos necesarios.
- Hormigón de central, con sello INCE.

2.3.4. Ejecución

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado, etc.
- Colocación de armaduras.
- Limpieza y humedecido de los encofrados.

Durante el hormigonado:

- El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m, salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0ºC, o se prevea que lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero siempre bajo la autorización de la Dirección de Obra.
- No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. Se tratará la junta con resinas epoxi.
- No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

- El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia.
- Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la Dirección de Obra.

2.3.5. Normativa y Especificaciones

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- NTE-EH. Estructura, hormigón.
- Normas UNE: 83301-91, 83302-84, 83304-84, 83313-90.
- Sello INCE para el hormigón preparado.
- Homologación sello CIETSID.

- TCSP-EU_TSE&C-GEN-00025 para Especificación Obra Civil.

2.3.6. Control

Se comprobará:

- El replanteo, dimensiones, nivelación y aplomado de las piezas.
- La separación y espesor de las juntas.
- La disposición de la armadura, tipo de acero, armado y ejecución de la armadura.

Se ensayará:

- La consistencia y resistencia del hormigón, según el código estructural, y las indicaciones de la Dirección de Obra.
- La armadura de acero.

Se rechazarán las piezas con las siguientes deficiencias:

- Resultados de los ensayos inferiores a los especificados.
- Suministro del hormigón con principio de fraguado.
- Deficiente disposición de los encofrados, armaduras y apeos.
- Hormigonado a temperatura inadecuada.
- Aparición de coqueras mayores que el tamaño máximo del árido, disgregaciones y fisuras de más de 0,2 mm.
- Flechas o contraflechas mayores del uno por mil de la longitud característica.
- Desplomes superiores a 5 mm.
- Espesores de juntas mayores de lo especificado en proyecto, o con variaciones de más de 5 mm.

2.3.7. Seguridad

Riesgos más frecuentes:

- Atrapamiento por la hormigonera.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes producidos por la maquinaria empleada.

Protecciones personales:

- Casco, guantes, calzado adecuado, cremas protectoras.

Protecciones colectivas:

- Todas las máquinas utilizadas tendrán toma de tierra, y su conexión será mediante clavija.
- No se permitirá la aproximación a la zona de hormigonado, para lo que se vallará y señalizará convenientemente ésta.
- En todos los casos se seguirán las indicaciones del Estudio de Seguridad.

2.3.8. Medición

En general se medirá por m^3 de volumen ejecutado, incluyendo parte proporcional de encofrado y medios auxiliares.

2.3.9. Mantenimiento

Se proporcionará por el Contratista la documentación que recoja las cargas admisibles de los elementos estructurales.

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 cumpliese 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.

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.

Zaragoza, septiembre de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

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

DOCUMENTO Nº5

PLANOS

ÍNDICE DOCUMENTO Nº 5

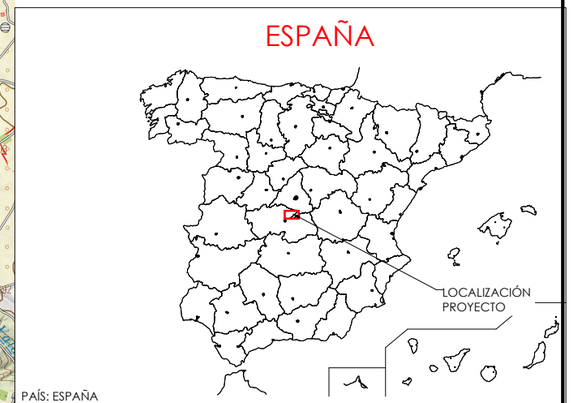
Número	Título
01	SITUACIÓN GENERAL
02	EMPLAZAMIENTO
03	IMPLANTACIÓN ORTOFOTO CATASTRO
04	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y DE MEDIDA
05	ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES Y DE MEDIDA
06	PLANTA GENERAL. DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS
07	SECCIÓN LONGITUDINAL
08	PLANTA GENERAL. CIMENTACIONES
09	PLANTA GENERAL. RED DE TIERRAS
10	PLANTA EDIFICIO DE CONTROL
11	ALZADO EDIFICIO DE CONTROL
12	MOVIMIENTO DE TIERRAS
13	ESQUEMA DE CONEXIÓN DE NUDO
14	ESQUEMA UNIFILAR SSAA
15	ESQUEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES
16	PLANTA GENERAL. INSTALACIONES PROVISIONALES
17	PUNTO DE ACCESO AL VIAL PRINCIPAL
18	AFECCIÓN CON CATASTRO MINERO
19	AFECCIÓN CON LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

Zaragoza, septiembre de 2023

El Ingeniero Industrial al servicio de SATEL

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

Localización Geográfica

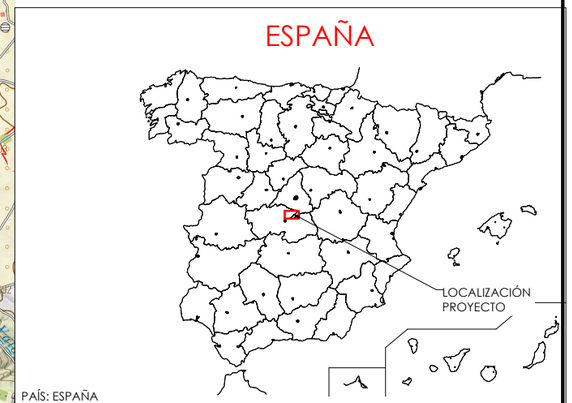


PAÍS: ESPAÑA
MUNICIPIO: BOROX
PROVINCIA: TOLEDO
C.C.AA.: COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
ZONA UTM: 30 NORTE (ETRS89)

SE BOROX SUR
220/30 KV

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.		satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA:	SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA:	1:50.000
PLANO: SITUACIÓN GENERAL	PLANO Nº:	01
	HOJA:	1 DE 1

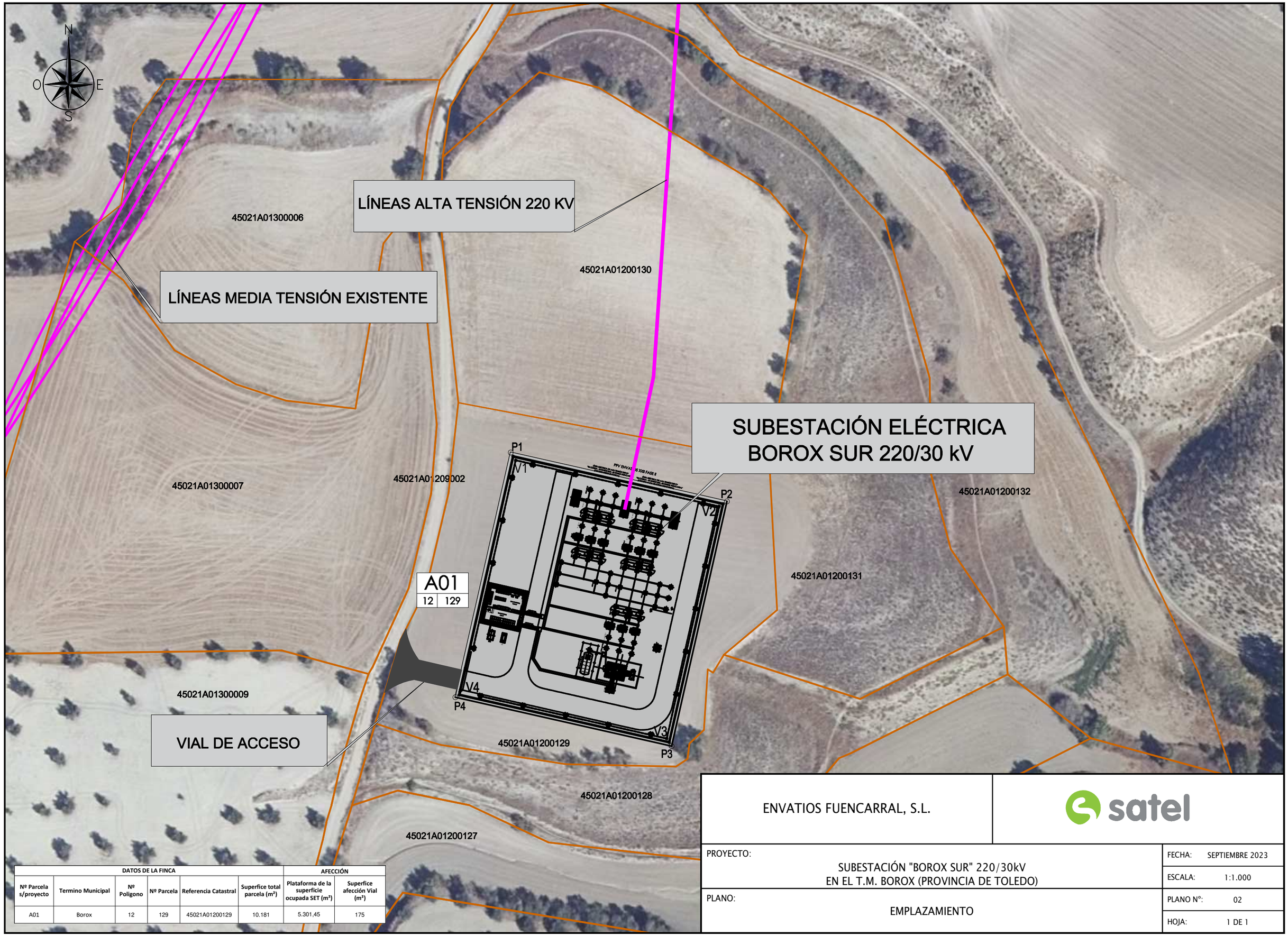
Localización Geográfica



PAÍS: ESPAÑA
MUNICIPIO: BOROX
PROVINCIA: TOLEDO
C.C.AA.: COMUNIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
ZONA UTM: 30 NORTE (ETRS89)

SE BOROX SUR
220/30 KV

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.		satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA:	SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA:	1:50.000
PLANO: SITUACIÓN GENERAL	PLANO Nº:	01
	HOJA:	1 DE 1



DATOS DE LA FINCA						AFECCIÓN	
Nº Parcela s/proyecto	Termino Municipal	Nº Polígono	Nº Parcela	Referencia Catastral	Superfice total parcela (m²)	Plataforma de la superficie ocupada SET (m²)	Superfice afección Vial (m²)
A01	Borox	12	129	45021A01200129	10.181	5.301,45	175

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

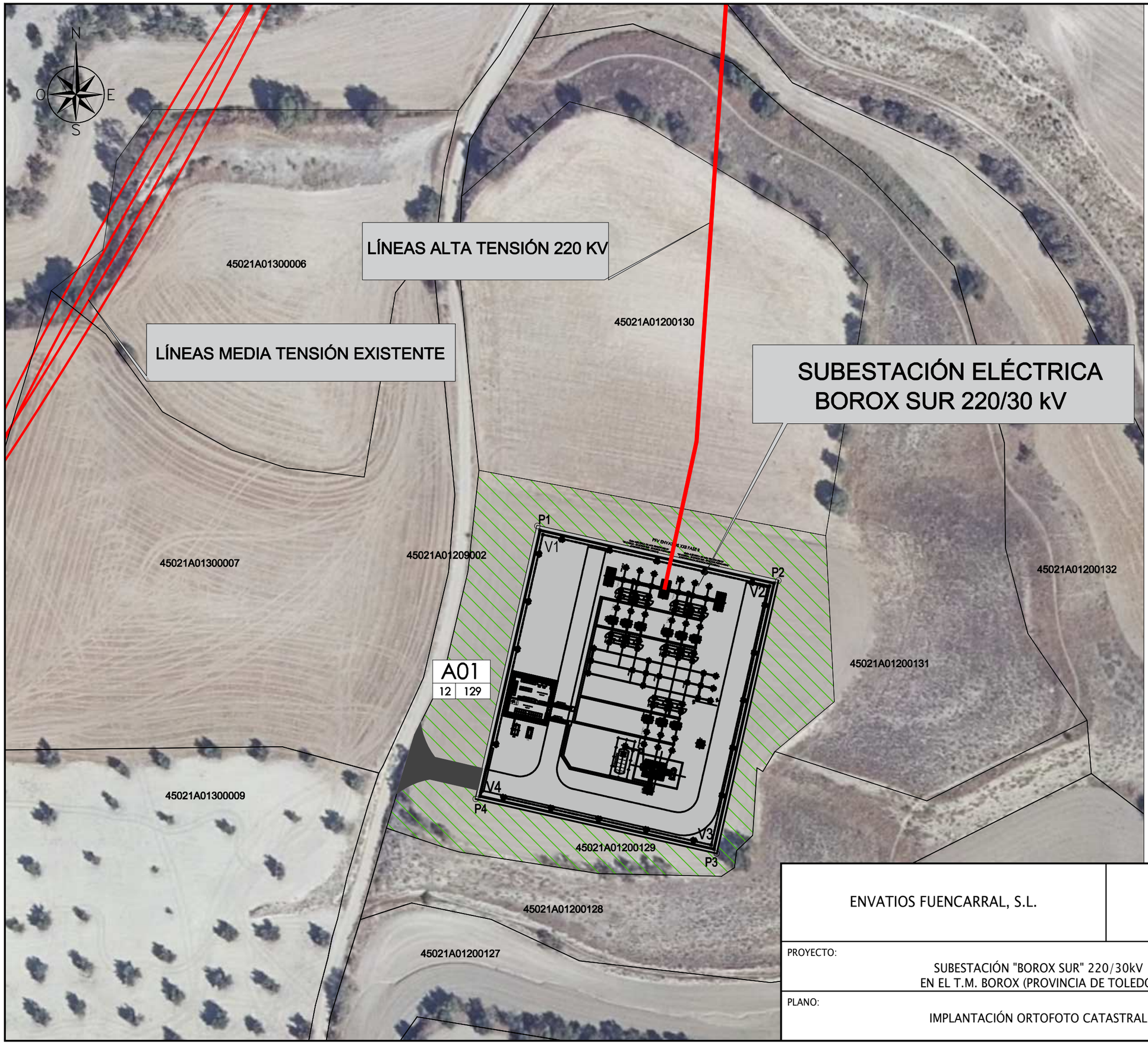
PLANO:
EMPLAZAMIENTO

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:1.000

PLANO Nº: 02

HOJA: 1 DE 1



LEYENDA

A NÚMERO DE PARCELA SEGÚN PROYECTO
B NÚMERO CATASTRAL DEL POLÍGONO
C NÚMERO CATASTRAL DE LA PARCELA

PARCELAS AFECTADAS

PLATAFORMA SUBESTACIÓN

VIAL DE ACCESO

LÍMITE DE PARCELAS

COORDENADAS VALLADO SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	X (m)	Y (m)
V1	435.373	4.433.966
V2	435.438	4.433.951
V3	435.421	4.433.878
V4	435.356	4.433.892

COORDENADAS PLATAFORMA SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	X (m)	Y (m)
P1	435.372	4.433.967
P2	435.439	4.433.952
P3	435.422	4.433.876
P4	435.355	4.433.892

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

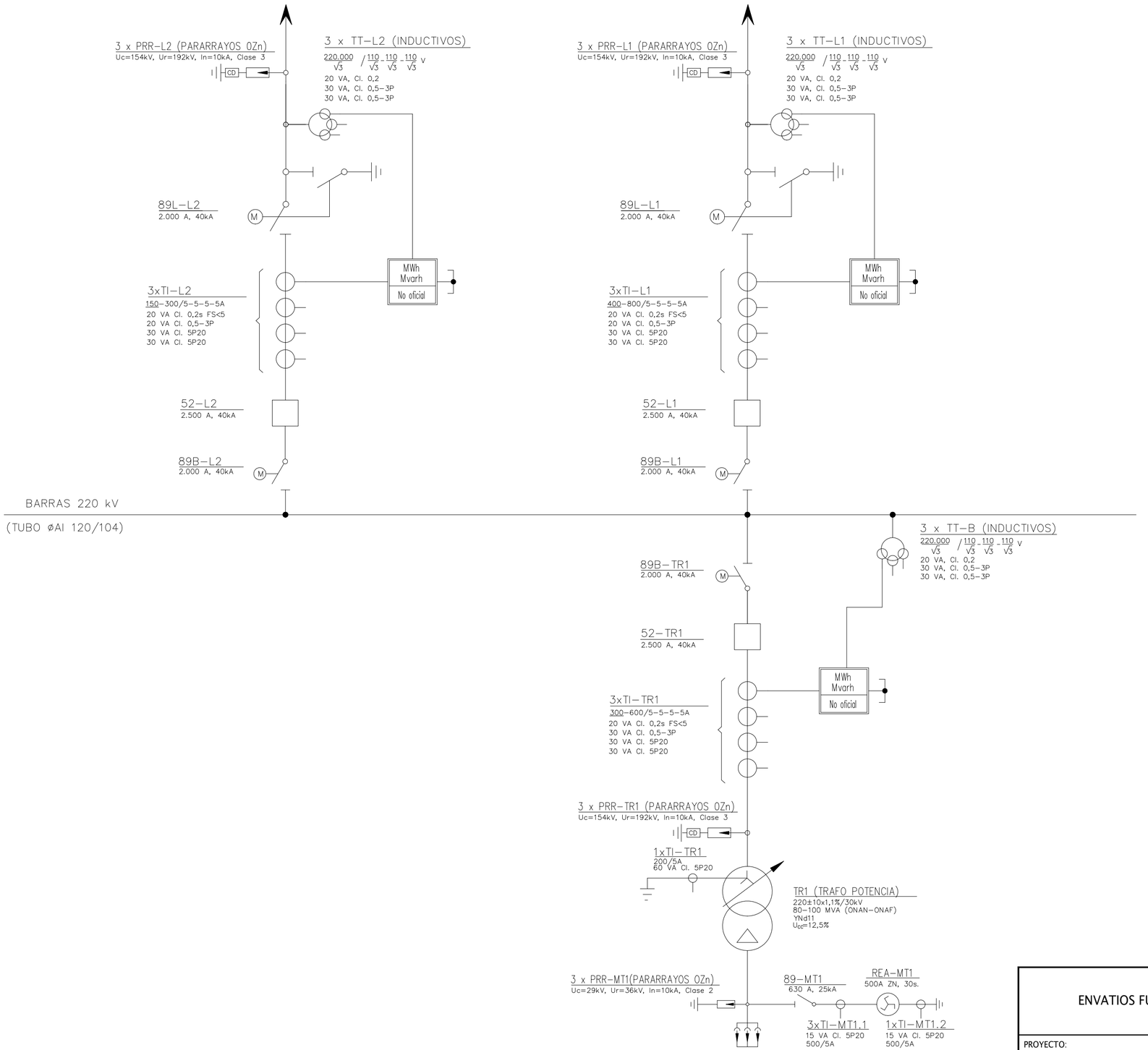
PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

PLANO:
IMPLANTACIÓN ORTOFOTO CATASTRAL

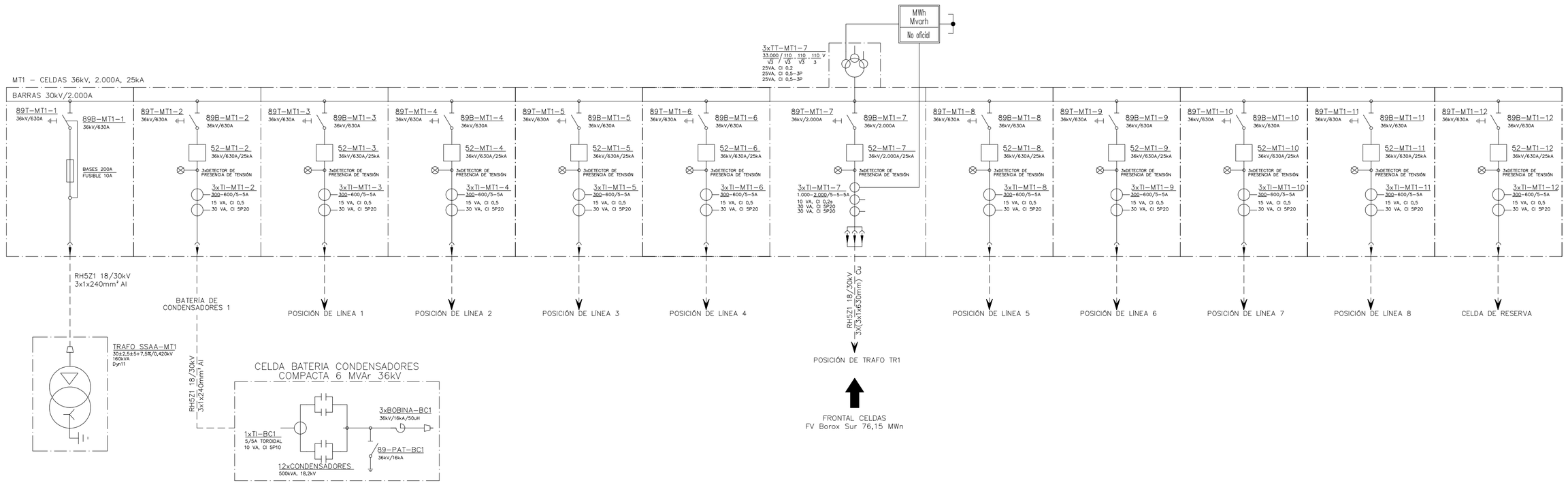
FECHA: SEPTIEMBRE 2023
ESCALA: 1:1.000
PLANO Nº: 03
HOJA: 1 DE 1

ENTRADA DE LÍNEA
LÍNEA AÉREO 220kV
DE S.E. "COBEJA 220/30 kV"
38,08 MWn

SALIDA DE LÍNEA
LÍNEA AÉREO 220kV
A S.E. "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV"
114,23 MWn



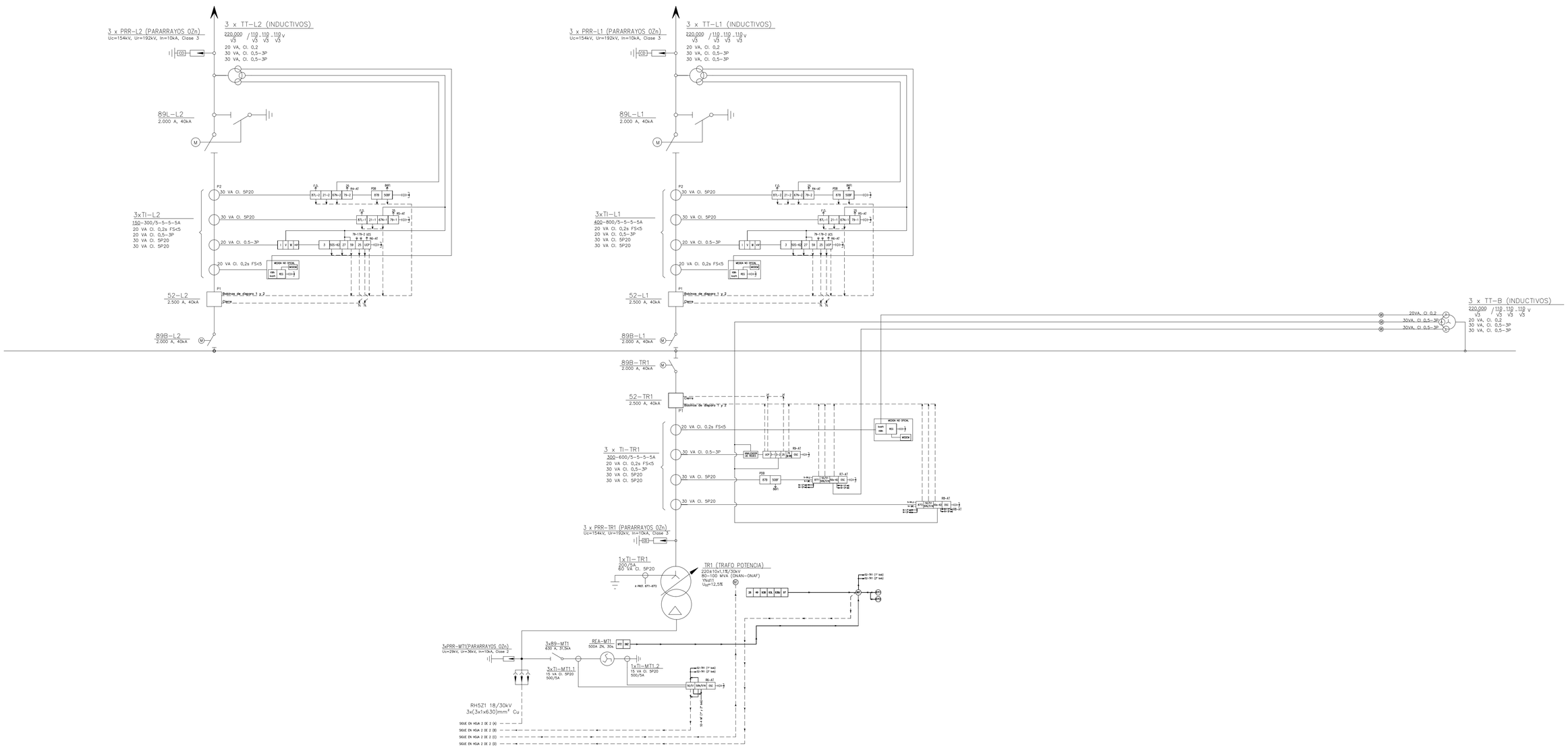
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.		satel
PROYECTO:	SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023 ESCALA: S/E
PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y MEDIDA	PLANO Nº: 04 HOJA: 1 DE 2



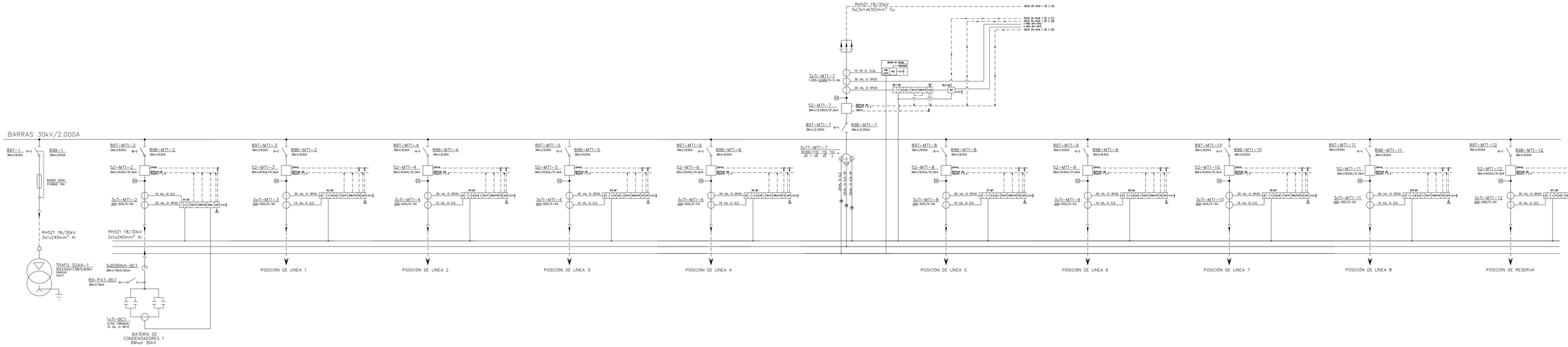
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO Y MEDIDA	PLANO Nº: 04
	HOJA: 2 DE 2

ENTRADA DE LÍNEA
LÍNEA AÉREO 220kV
A S.E. "COBEJA 220/30 kV"
38,08 MWn

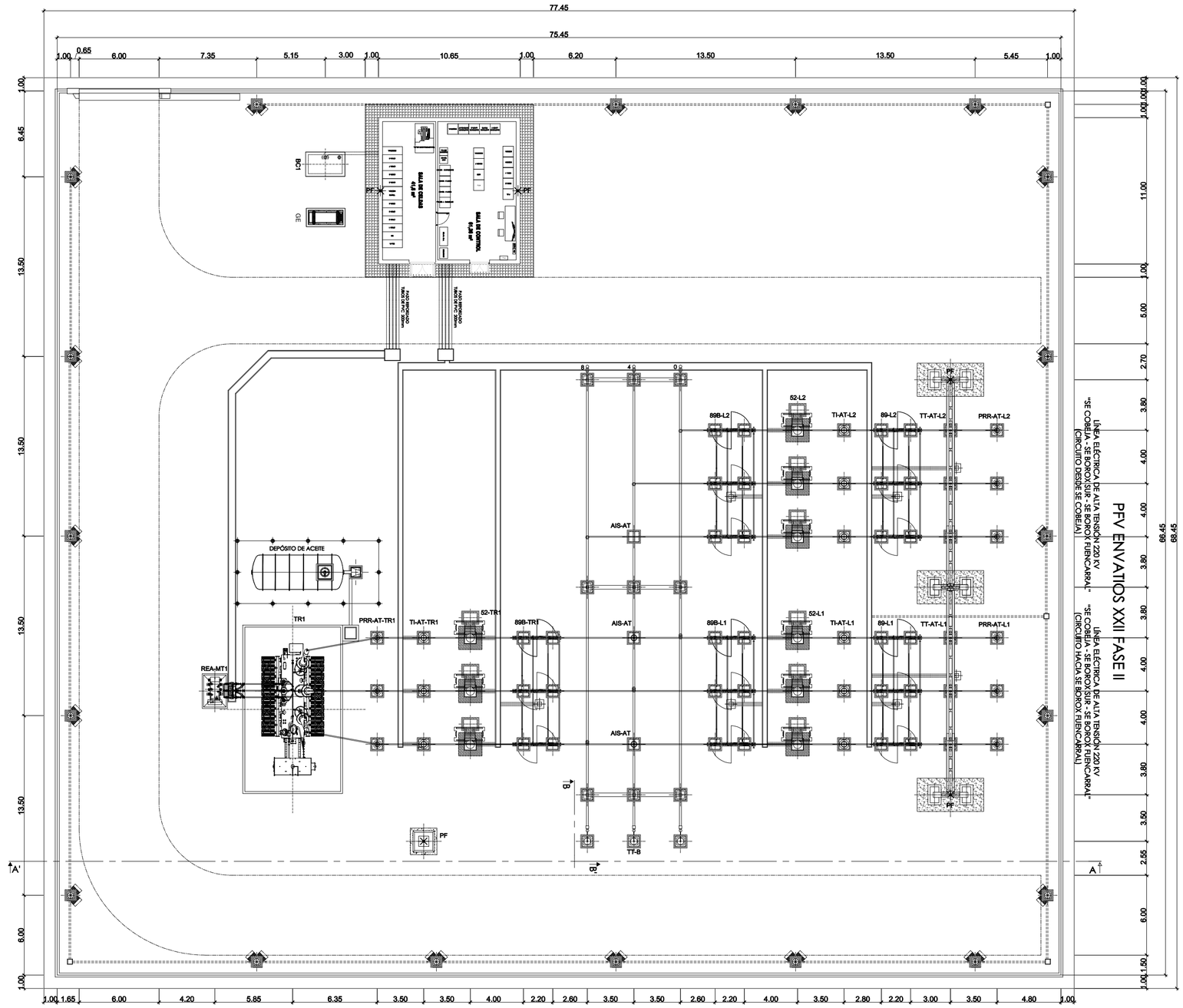
SALIDA DE LÍNEA
LÍNEA AÉREO 220kV
A S.E. "COLMENAR FUENCARRAL 220/30 kV"
114,23 MWn



ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES Y MEDIDA	PLANO Nº: 05
	HOJA: 1 DE 2



ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR DE PROTECCIONES Y MEDIDA	PLANO Nº: 05
	HOJA: 2 DE 2



LISTADO DE APARAMENTA		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
TR1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 kV 80/100 MVA YNd11
52-L1; 52-L2; 52-TR1	3	INTERRUPTOR TRIPOLAR 245 kV 2.500 A 40 kA
89-L1; 89-L2	2	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 245 kV 2.000 A 40 kA
89B-L1; 89B-L2; 89B-TR1	3	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 245 kV 2.000 A 40 kA
TI-L1	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 400-800/5-5-5-5A
TI-L2	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 150-300/5-5-5-5A
TI-TR1	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 300-600/5-5-5-5A
TT-L1; TT-L2; TT-B	9	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 220/√3:0,11/√3:0,11/√3:0,11/√3 kV
PRR-L1; PRR-L2	6	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T. Uc=154 kV, Ur=192 kV, In=10 kA cl.3
PRR-TR1	3	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T. Uc=154 kV, Ur=192 kV, In=10 kA cl.3
PRR-MT1	3	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA M.T. Uc=29 kV, Ur=36 kV, In=10 kA cl.2
REA-MT1	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 500 A, 30 s
89-MT1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR M.T. 36 kV 630 A 25 kA
TI-MT1.1	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5A
TI.MT1.2	1	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5A
BC1	1	BATERÍA DE CONDENSADORES 6 MVAr
GE	1	GRUPO ELECTRÓGENO 100 kVA
PF	5	PUNTA FRANKLIN

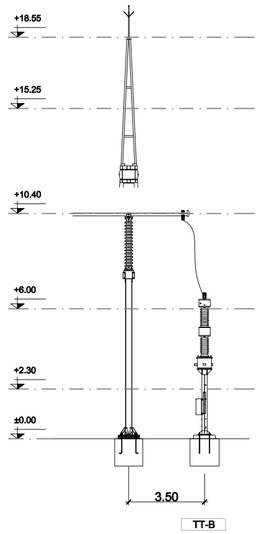
Distancias mínimas eléctricas de aislamiento			
Localización		Distancia (mm)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kVp)
220 kV equipos	Fase-Fase	2.100	1.050
	Fase-Tierra	2.100	
30 kV equipos	Fase-Fase	320	170
	Fase-Tierra	320	

NOTA: DIMENSIONES EN METROS

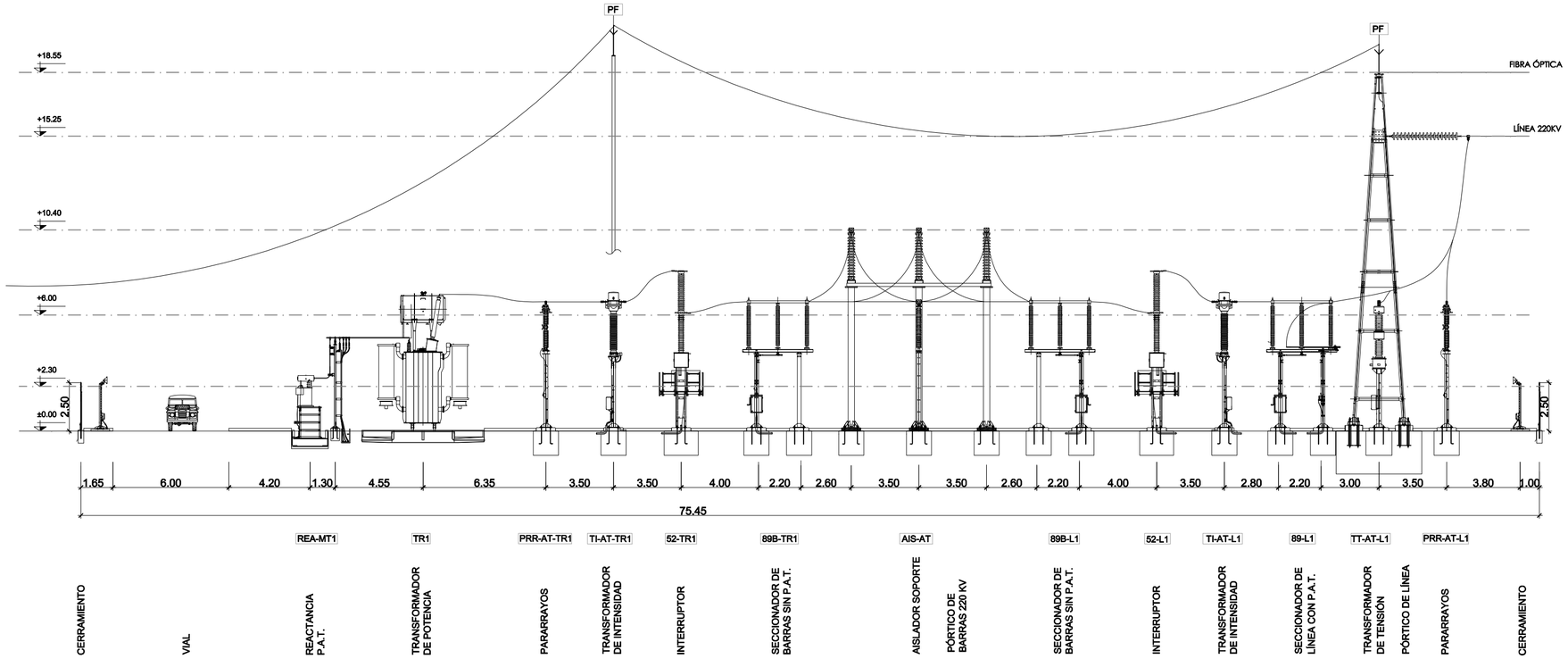
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:	SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023 ESCALA: 1:250
PLANO:	PLANTA GENERAL	PLANO Nº: 06 HOJA: 1 DE 1



SECCIÓN B-B'



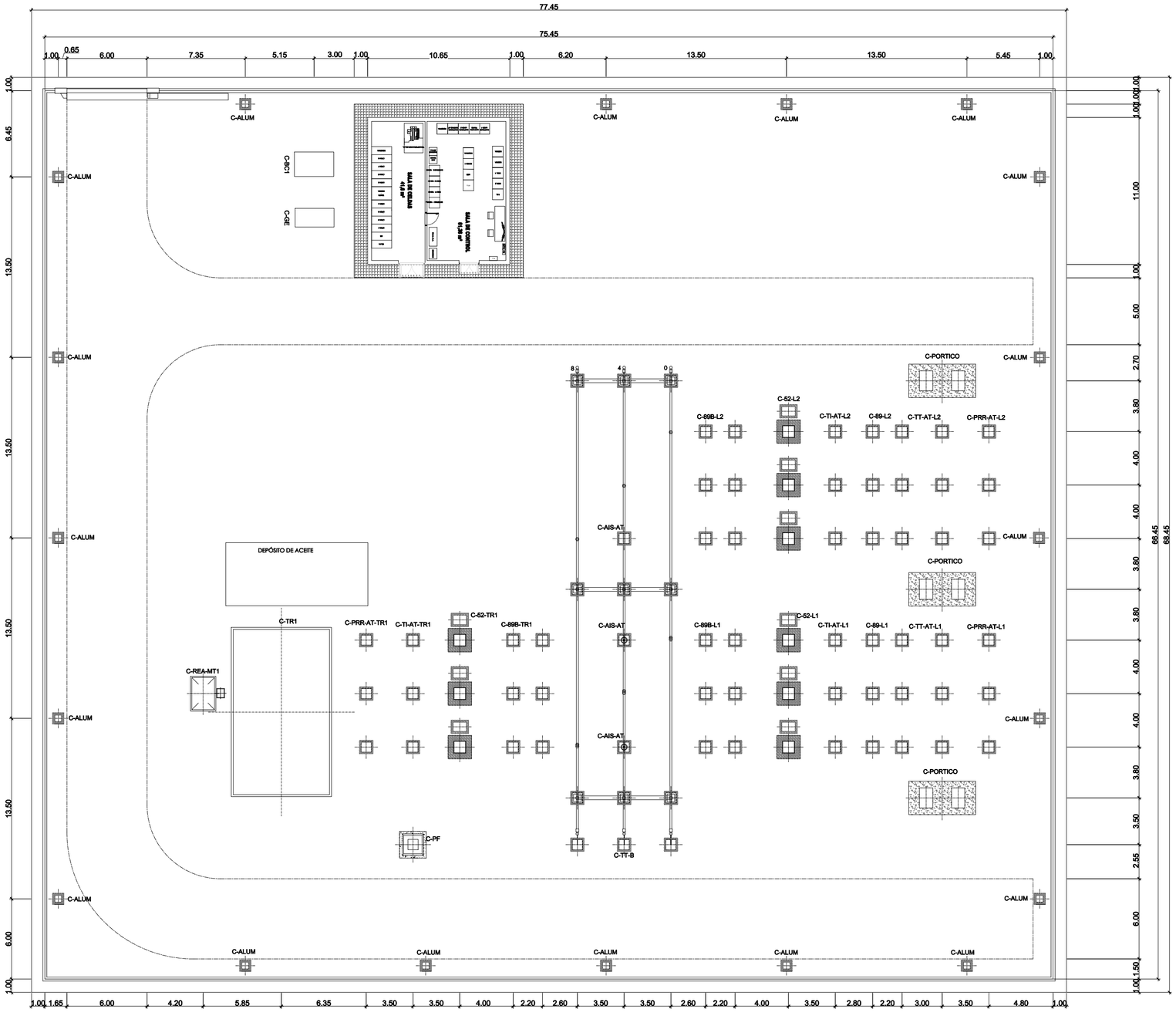
SECCIÓN A-A'

LISTADO DE APARAMENTA		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
TR1	1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 kV 80/100 MVA YNd11
52-L1; 52-L2; 52-TR1	3	INTERRUPTOR TRIPOLAR 245 kV 2.500 A 40 kA
89-L1; 89-L2	2	SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 245 kV 2.000 A 40 kA
89B-L1; 89B-L2; 89B-TR1	3	SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 245 kV 2.000 A 40 kA
TI-L1	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 400-800/5-5-5-5A
TI-L2	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 150-300/5-5-5-5A
TI-TR1	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 300-600/5-5-5-5A
TT-L1; TT-L2; TT-B	9	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 220/√3:0,11/√3:0,11/√3:0,11/√3 kV
PRR-L1; PRR-L2	6	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T. Uc=154 kV, Ur=192 kV, In=10 kA cl.3
PRR-TR1	3	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T. Uc=154 kV, Ur=192 kV, In=10 kA cl.3
PRR-MT1	3	PARARRAYOS AUTOVÁLVULA M.T. Uc=29 kV, Ur=36 kV, In=10 kA cl.2
REA-MT1	1	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 500 A, 30 s
89-MT1	1	SECCIONADOR TRIPOLAR M.T. 36 kV 630 A 25 kA
TI-MT1.1	3	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5A
TI.MT1.2	1	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD TIPO TOROIDAL 500/5A
BC1	1	BATERÍA DE CONDENSADORES 6 MVAr
GE	1	GRUPO ELECTRÓGENO 100 kVA
PF	5	PUNTA FRANKLIN

Distancias mínimas eléctricas de aislamiento			
Localización		Distancia (mm)	Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kVp)
220 kV equipos	Fase-Fase	2.100	1.050
	Fase-Tierra	2.100	
30 kV equipos	Fase-Fase	320	170
	Fase-Tierra	320	
Distancia de seguridad entre edificios y transformadores acorde con IEC 61936-1 : 10m.			

NOTA: DIMENSIONES EN METROS

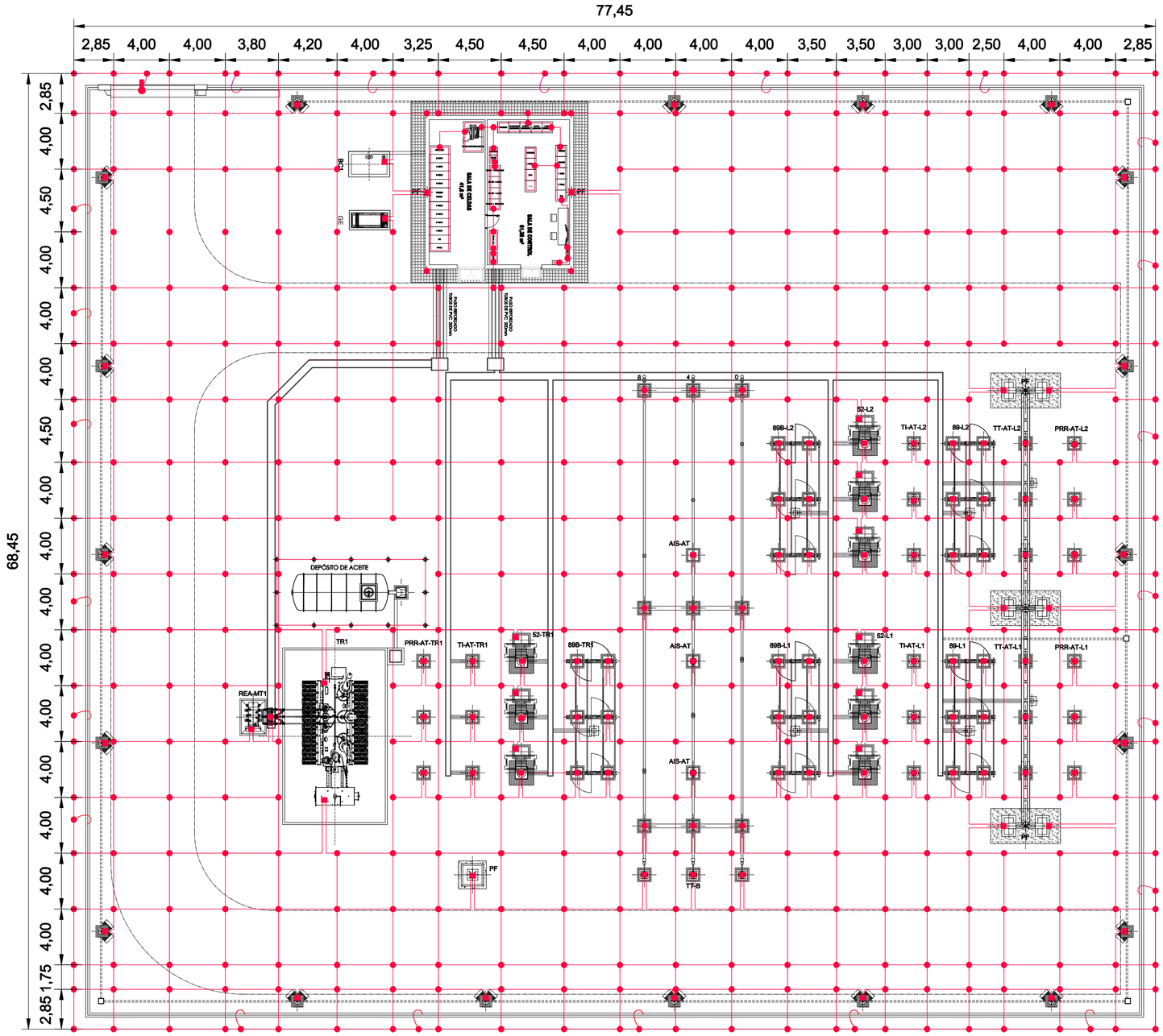
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: 1:200
PLANO: SECCIÓN LONGITUDINAL	PLANO Nº: 07
	HOJA: 1 DE 1



LISTADO DE CIMENTACIONES		
CÓDIGO	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
C-TR1	1	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE POTENCIA 220/30 kV 80/100 MVA YNd11
C-52-L1; C-52-L2; C-52-TR1	3	CIMENTACIÓN INTERRUPTOR TRIPOLAR 245 kV 2.500 A 40 kA
C-89-L1; C-89-L2	2	CIMENTACIÓN SECCIONADOR TRIPOLAR CON PUESTA A TIERRA 245 kV 2.000 A 40 kA
C-89B-L1; C-89B-L2; C-89B-TR1	3	CIMENTACIÓN SECCIONADOR TRIPOLAR SIN PUESTA A TIERRA 245 kV 2.000 A 40 kA
C-TI-L1	3	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 400-800/5-5-5-5A
C-TI-L2	3	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 150-300/5-5-5-5A
C-TI-TR1	3	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 245 kV 300-600/5-5-5-5A
C-TT-L1; C-TT-L2; C-TT-B	9	CIMENTACIÓN TRANSFORMADOR DE TENSIÓN 220/√3:0,11/√3:0,11/√3:0,11/√3 kV
C-PRR-L1; C-PRR-L2	6	CIMENTACIÓN PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T. Uc=154 kV, Ur=192 kV, In=10 kA cl.3
C-PRR-TR1	3	CIMENTACIÓN PARARRAYOS AUTOVÁLVULA A.T. Uc=154 kV, Ur=192 kV, In=10 kA cl.3
C-PRR-MT1	3	CIMENTACIÓN PARARRAYOS AUTOVÁLVULA M.T. Uc=29 kV, Ur=36 kV, In=10 kA cl.2
C-REA-MT1	1	CIMENTACIÓN REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA 500 A, 30 s
C-BC1	1	CIMENTACIÓN BATERÍA DE CONDENSADORES 6 Mvar
C-GE	1	CIMENTACIÓN GRUPO ELECTRÓGENO 100 kVA
C-ALUM	19	CIMENTACIÓN ALUMBRADO
C-PORTICO	3	CIMENTACIÓN PÓRTICO DE SALIDA DE LÍNEA AÉREA
C-AIS-AT	12	CIMENTACIÓN APOYO AISLADOR
C-PF	5	CIMENTACIÓN PUNTA FRANKLIN

NOTA: DIMENSIONES EN METROS

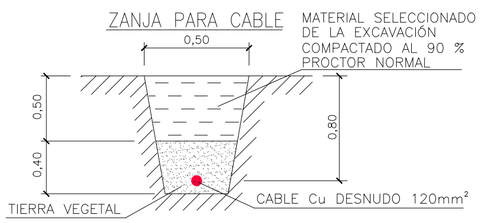
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: 1:250
PLANO: PLANTA GENERAL. CIMENTACIONES	PLANO Nº: 08
	HOJA: 1 DE 1



NOTAS:

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

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	CANTIDAD
———	CABLE DE COBRE DESNUDO 120 mm² DE SECCIÓN	3.600 m
■	GRAPA DE ENLACE PARA 4 O 2 CABLES DE 120 mm² A ESTRUCTURA CON DOS TORNILLOS M8 SEPARADOS 40 mm	122 UNIDS.
●	CRUCE DE CABLES DE Cu DE 120 mm², SOLDADURA ALUMINOTERNICA (CADWELL)	448 UNIDS.
(	GRAPA DE CERRAMIENTO PARA TUBO DE ACERO ø150 mm Y CABLE DE Cu DE 120 mm²	22 UNIDS.
▮	TERMINAL DE PRESIÓN PARA CABLE Cu DESNUDO 120 mm² Y TORNILLO M10 (P. a T. PUERTAS ENTRADA)	1 UNIDS.
✳	PARARRAYOS PUNTA FRANKLIN R=40 m	2 UNIDS.

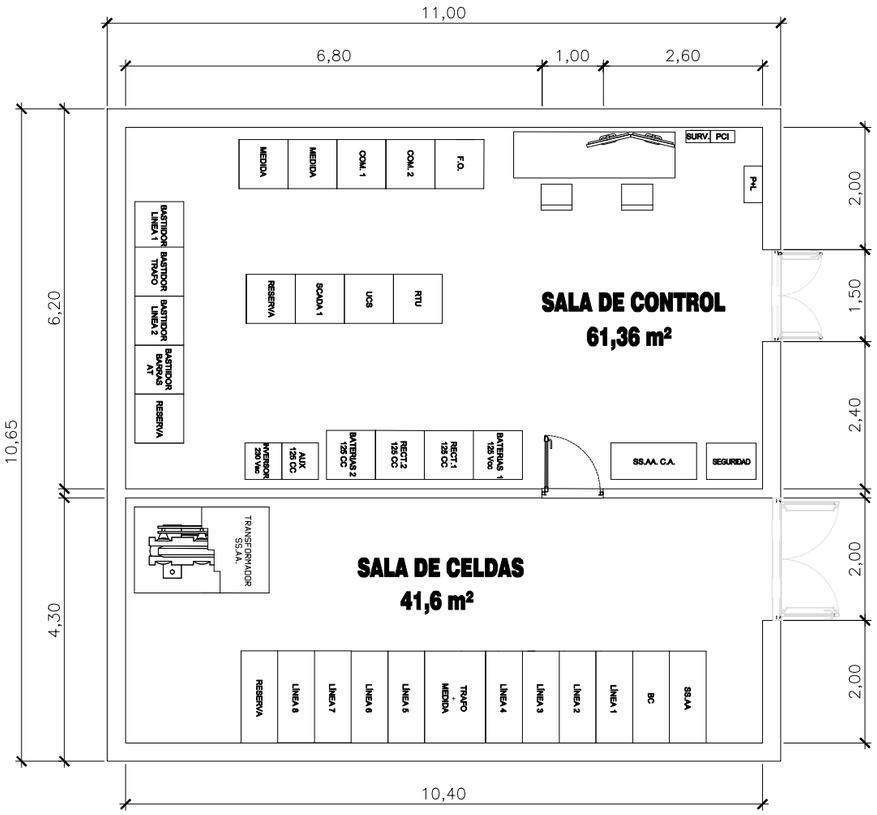


NOTA: DIMENSIONES EN METROS

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

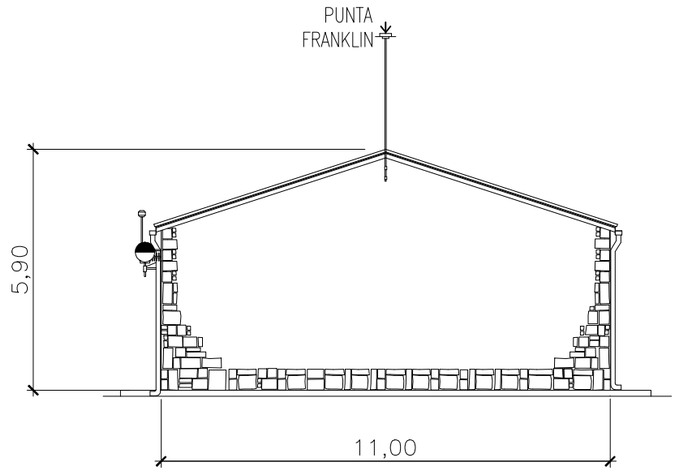
satel

PROYECTO:	SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA:	SEPTIEMBRE 2023
		ESCALA:	1:250
PLANO:	PLANTA GENERAL. RED DE TIERRAS	PLANO Nº:	09
		HOJA:	1 DE 1

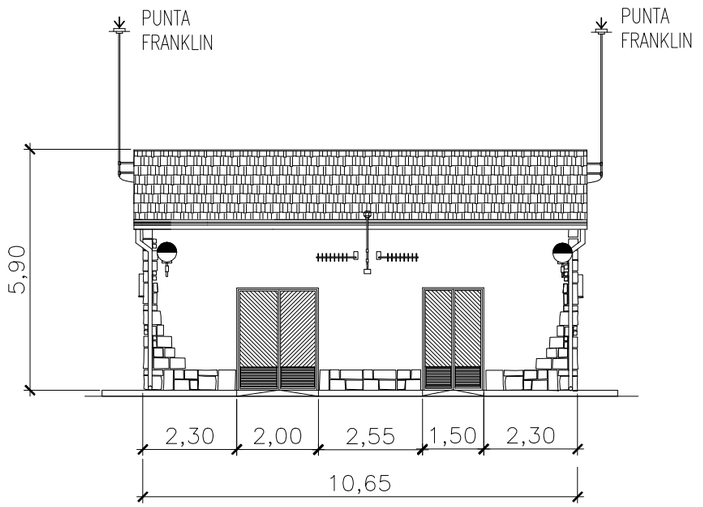


NOTA: DIMENSIONES EN METROS

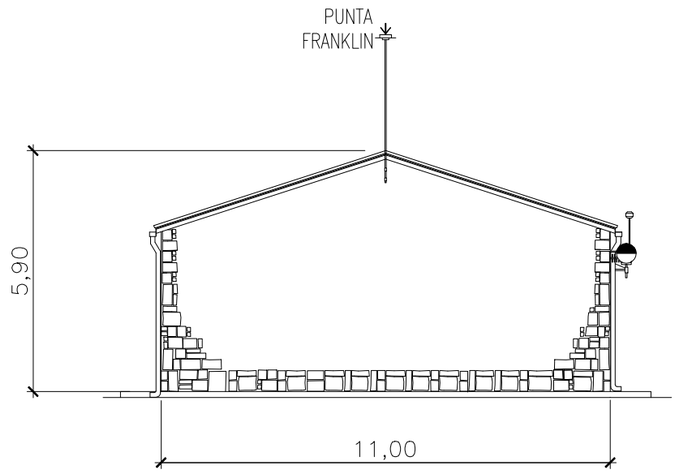
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: 1:100
PLANO: PLANTA EDIFICIO DE CONTROL	PLANO Nº: 10
	HOJA: 1 DE 1



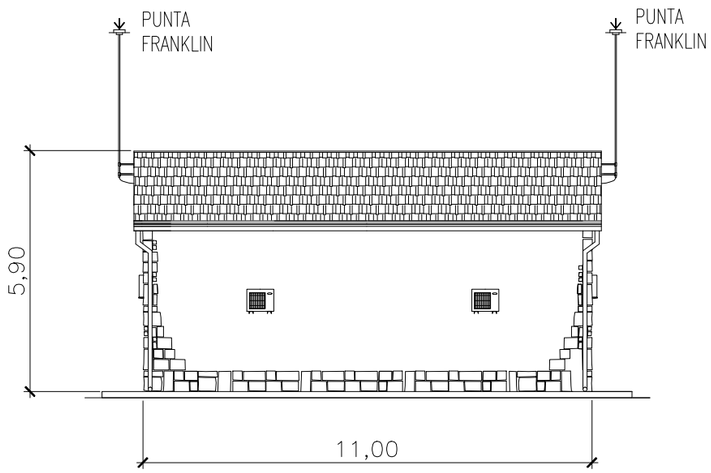
FACHADA LATERAL DERECHA



FACHADA PRINCIPAL



FACHADA LATERAL IZQUIERDA



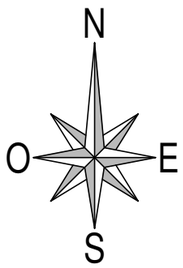
FACHADA POSTERIOR

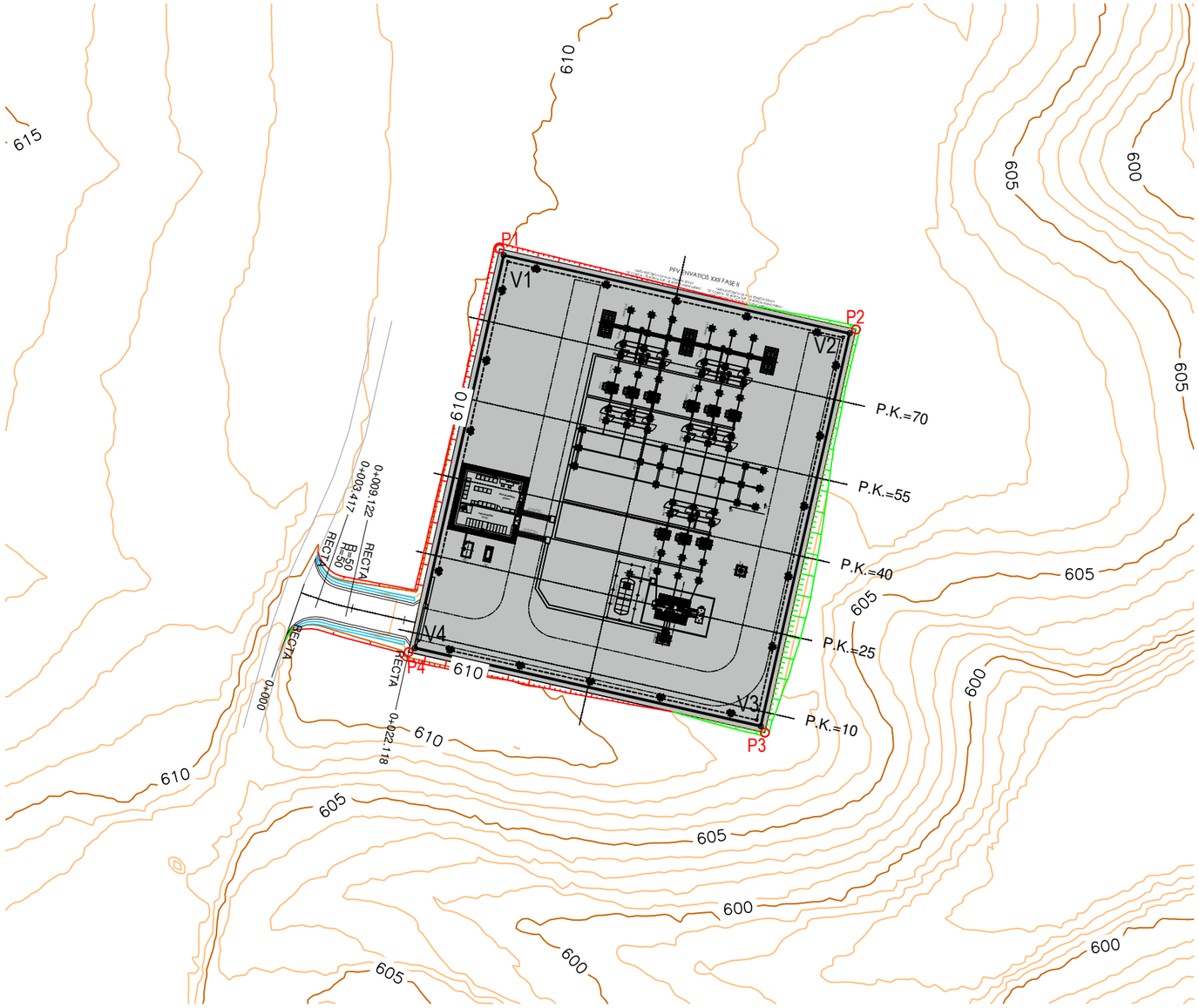
NOTA: DIMENSIONES EN METROS

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: 1:150
PLANO: ALZADOS EDIFICIO DE CONTROL	PLANO Nº: 11
	HOJA: 1 DE 1

PLANTA

ESCALA: 1/1.000





COORDENADAS VALLADO SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
V1	435.373	4.433.966
V2	435.438	4.433.951
V3	435.421	4.433.878
V4	435.356	4.433.892

COORDENADAS PLATAFORMA SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
P1	435.372	4.433.967
P2	435.439	4.433.952
P3	435.422	4.433.876
P4	435.355	4.433.892

TOTALES	Volúmenes	
Volumen Desmonte	1.263,313	m3
Volumen Terraplén	1.996,923	m3
Diferencia (Desmonte-Terraplén)	-733,610	m3
Volumen Tierra Vegetal	1.020,213	m3
Espesor Tierra Vegetal	0,200	m
Superficie Desbroce	5.612,660	m2
Cota de Explanación	609,000	m.s.n.m.

NOTAS:

1.- TODAS LAS COORDENADAS INDICADAS ESTÁN REFERIDAS AL SISTEMA DE PROYECCIÓN UTM ETRS89 HUSO 30 UTILIZANDO DATOS OFICIALES DEL IGN.

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

PLANO:
MOVIMIENTO DE TIERRAS
PLANTA GENERAL PLATAFORMA

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:1.000

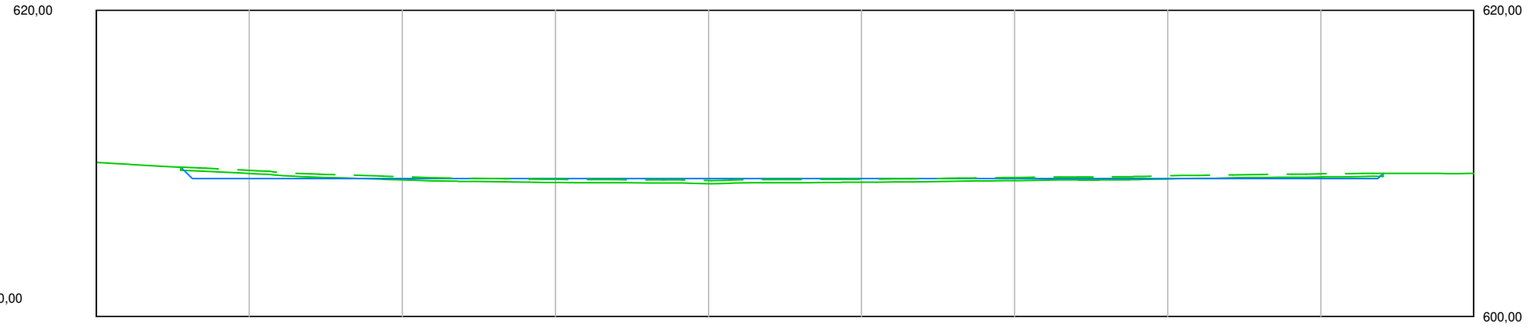
PLANO Nº: 12

HOJA: 1 DE 5

PERFIL LONGITUDINAL PLATAFORMA

ESCALA: EH: 1/400, EV: 1/400

ESCALAS { HORIZONTAL = 400 / VERTICAL = 400



Cotas Terreno Original	610,060	609,541	609,122	608,952	608,877	608,961	609,075	609,184	609,310	609,347
Cotas Rasante Plataforma	610,060	609,000	609,000	609,000	609,000	609,000	609,000	609,000	609,000	609,347
Dif. Cotas Terrenos	0,000	0,541	0,122	0,048	0,123	0,039	0,075	0,184	0,310	0,000
Distancias a Origen	0,000	10,000	20,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	90,000

LEYENDA TERRENOS:

- TERRENO ORIGINAL.
- TIERRA VEGETAL.
- RASANTE DE LA PLATAFORMA

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:400

PLANO:
MOVIMIENTO DE TIERRAS
PERFIL LONGITUDINAL PLATAFORMA

PLANO Nº: 12

HOJA: 2 DE 5

PERFILES TRANSVERSALES PLATAFORMA

ESCALA: 1/400

Cotas:
Zt=609,541
Zr=609,000

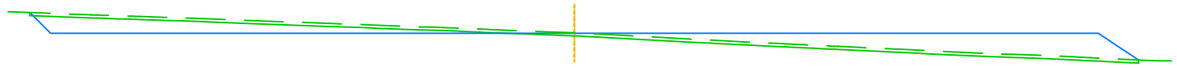
Superficies:
St=16,107
Sd=31,539
Sv=14,220

P.K.=10

Cotas:
Zt=609,020
Zr=609,000

Superficies:
St=39,340
Sd=17,279
Sv=14,480

P.K.=25



Cotas:
Zt=608,877
Zr=609,000

Superficies:
St=40,704
Sd=13,363
Sv=14,430

P.K.=40

Cotas:
Zt=609,010
Zr=609,000

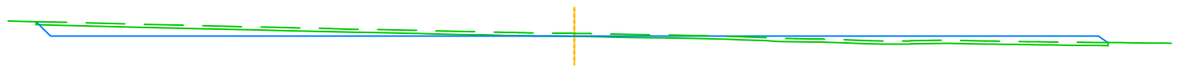
Superficies:
St=27,481
Sd=11,102
Sv=14,170

P.K.=55

Cotas:
Zt=609,183
Zr=609,000

Superficies:
St=13,768
Sd=11,554
Sv=14,010

P.K.=70



LEYENDA CÓDIGOS:

Zt = COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)

Zr = COTA DE LA RASANTE DE LA PLATAFORMA (m.s.n.m.)

St = SUPERFICIE DE TERRAPLEN (m²)

Sd = SUPERFICIE DE DESMONTE (m²)

Sv = SUPERFICIE DE VEGETACION (m²)

LEYENDA TERRENOS:

TERRENO ORIGINAL.

TIERRA VEGETAL.

RASANTE DE LA PLATAFORMA

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:400

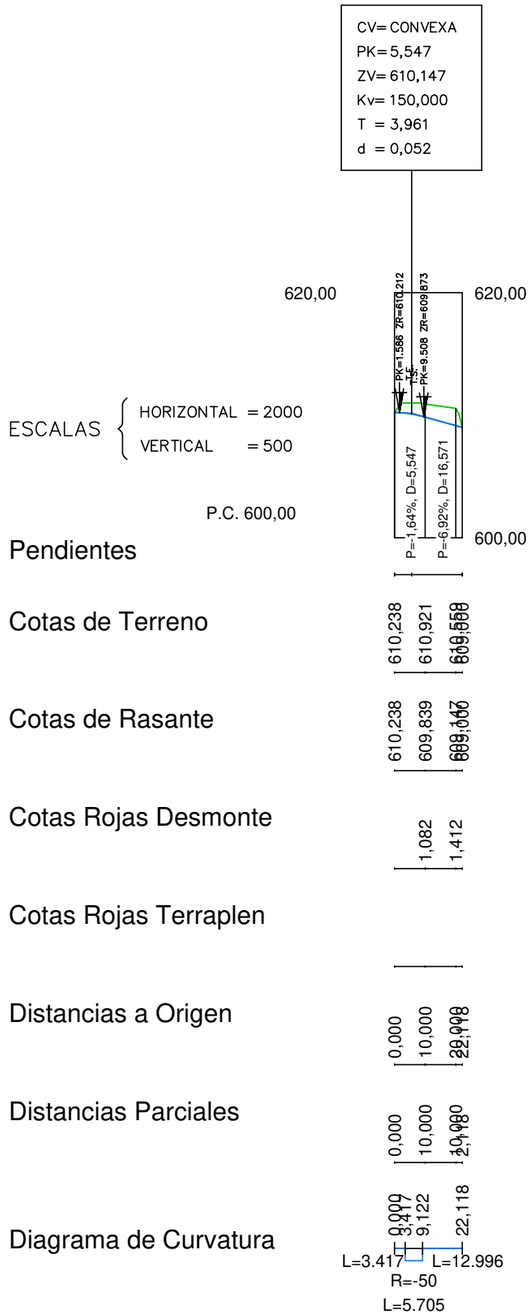
PLANO:
MOVIMIENTO DE TIERRAS
PERFILES TRANSVERSALES PLATAFORMA

PLANO Nº: 12

HOJA: 3 DE 5

PERFIL LONGITUDINAL VIAL DE ACCESO

ESCALA: EH: 1/2.000, EV: 1/500



TOTALES	Volúmenes	
Volumen de Desmonte	259,418	m3
Volumen de Terraplén	1,465	m3
Volumen de Vegetal	52,603	m3
Diferencia (Desmonte - Terraplén)	257,953	m3
Espesor Tierra de Vegetal	0,200	m
Superficie Desbroce	262,013	m2
Espesor de Firme	0,300	m
Volumen de Firme	48,886	m3

LEYENDA TERRENOS:

— — — TERRENO ORIGINAL

– – – – – RASANTE DE LA PLATAFORMA

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: INDICADAS

PLANO:
MOVIMIENTO DE TIERRAS
PERFIL LONGITUDINAL VIAL DE ACCESO

PLANO Nº: 12

HOJA: 4 DE 5

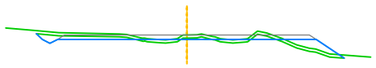
PERFILES TRANSVERSALES VIAL DE ACCESO

ESCALA: 1/400

P.K.=0

Cotas:
Zt=610,238
Zr=610,238

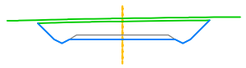
Superficies:
St=2,930
Sd=1,990
Sv=4,021
Sf= 4,935



P.K.=10

Cotas:
Zt=610,921
Zr=609,839

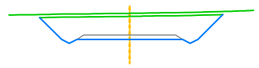
Superficies:
St=0,000
Sd=12,115
Sv=2,245
Sf= 1,935



P.K.=20

Cotas:
Zt=610,559
Zr=609,147

Superficies:
St=0,000
Sd=16,086
Sv=2,392
Sf= 1,935



P.K.=5

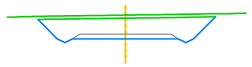
Cotas:
Zt=611,000
Zr=610,117

Superficies:
St=0,000
Sd=10,027
Sv=2,190
Sf= 1,977

P.K.=15

Cotas:
Zt=610,741
Zr=609,493

Superficies:
St=0,000
Sd=14,083
Sv=2,321
Sf= 1,935



P.K.=22,118

Cotas:
Zt=609,000
Zr=609,000

Superficies:
St=0,000
Sd=1,350
Sv=2,220
Sf= 2,535

LEYENDA CÓDIGOS:

Zt = COTA DEL TERRENO (m.s.n.m.)

Zr = COTA DE LA RASANTE DE LA PLATAFORMA (m.s.n.m.)

St = SUPERFICIE DE TERRAPLEN (m^2)

Sd = SUPERFICIE DE DESMONTE (m^2)

Sv = SUPERFICIE DE VEGETACION (m^2)

Sf = SUPERFICIE DE FIRME (m^2)

LEYENDA TERRENOS:

TERRENO ORIGINAL

TIERRA VEGETAL

RASANTE DE LA PLATAFORMA

CAPA DE FIRME

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

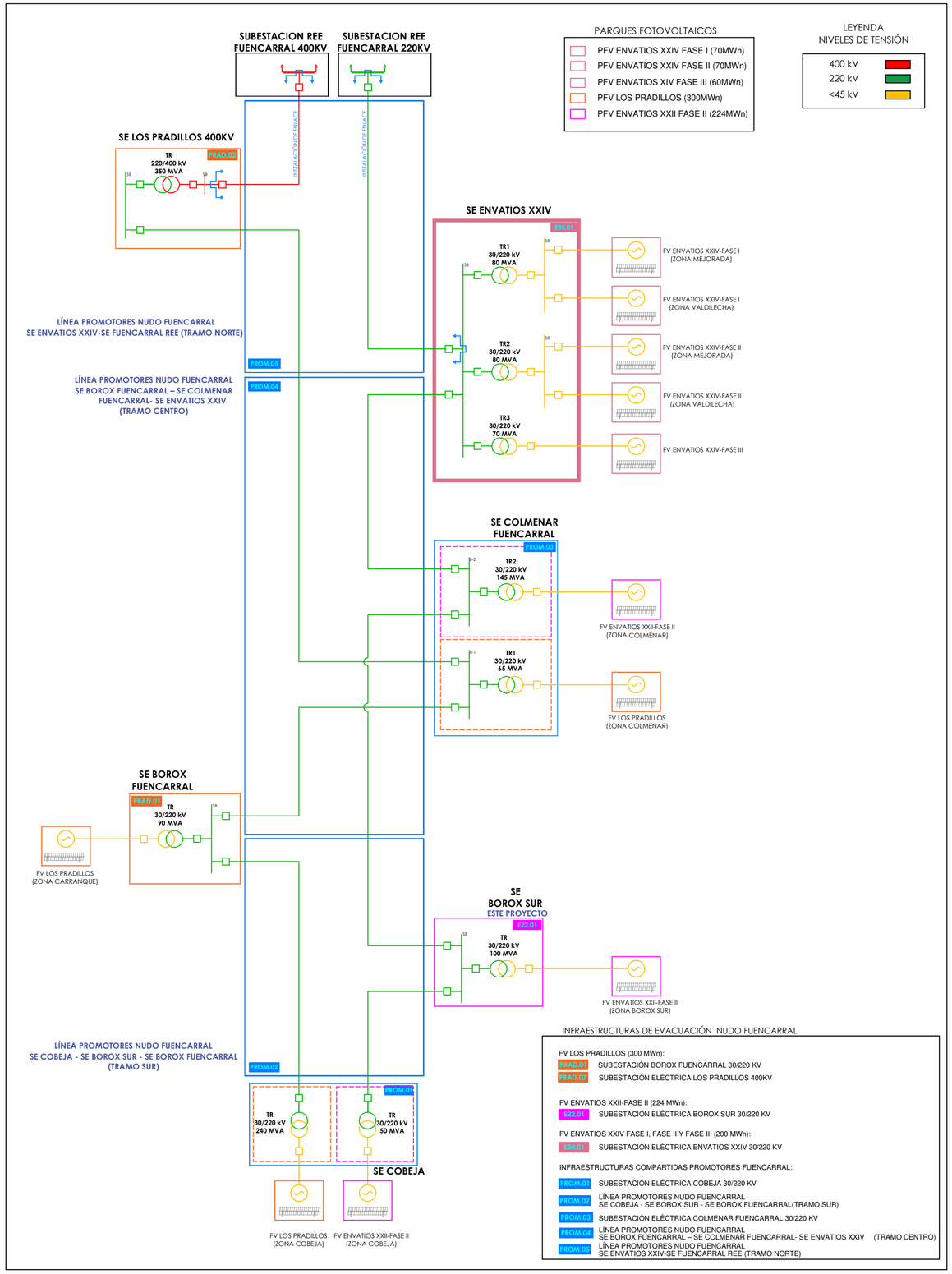
FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:400

PLANO:
MOVIMIENTO DE TIERRAS
PERFILES TRANSVERSALES VIAL DE ACCESO

PLANO Nº: 12

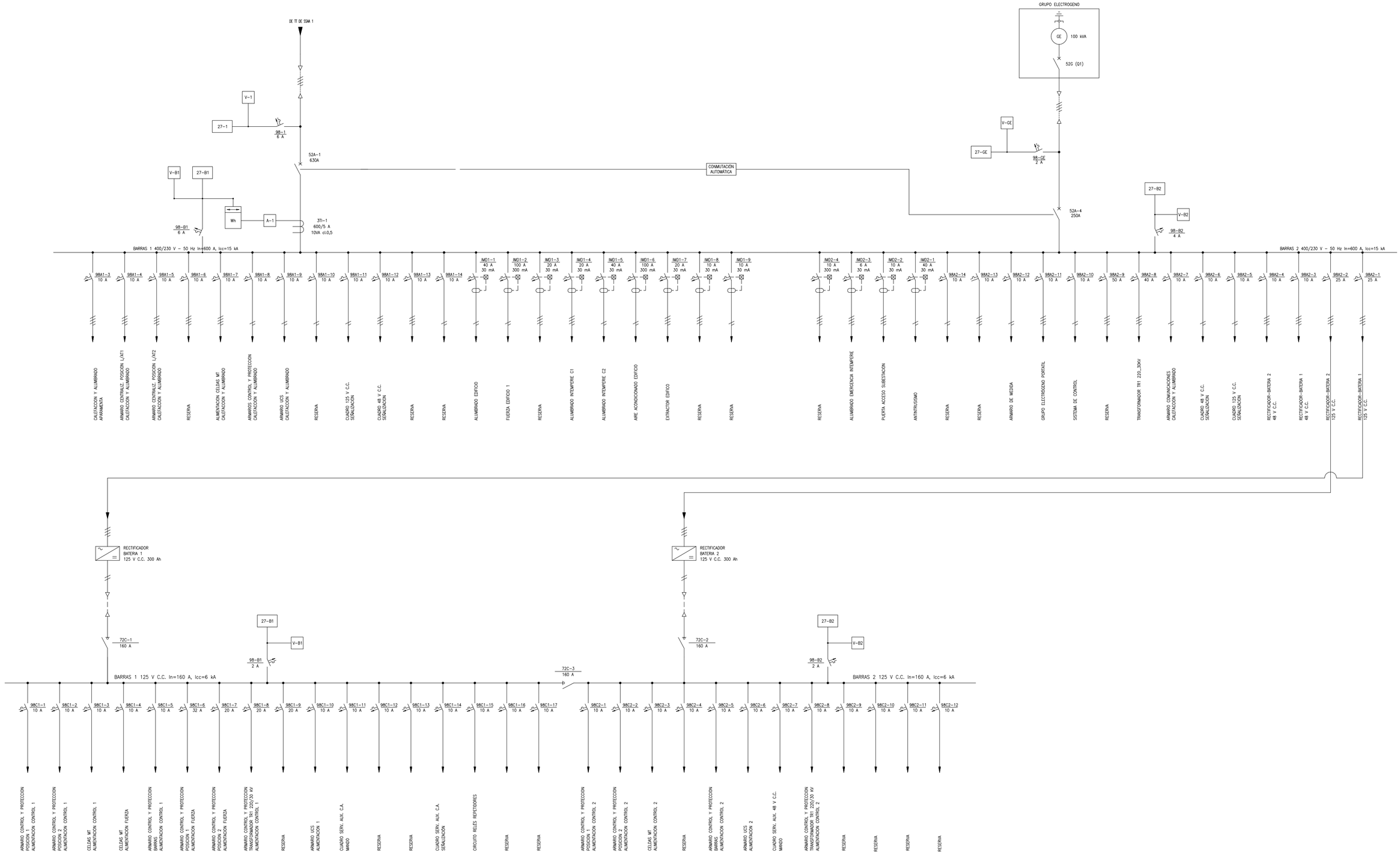
HOJA: 5 DE 5



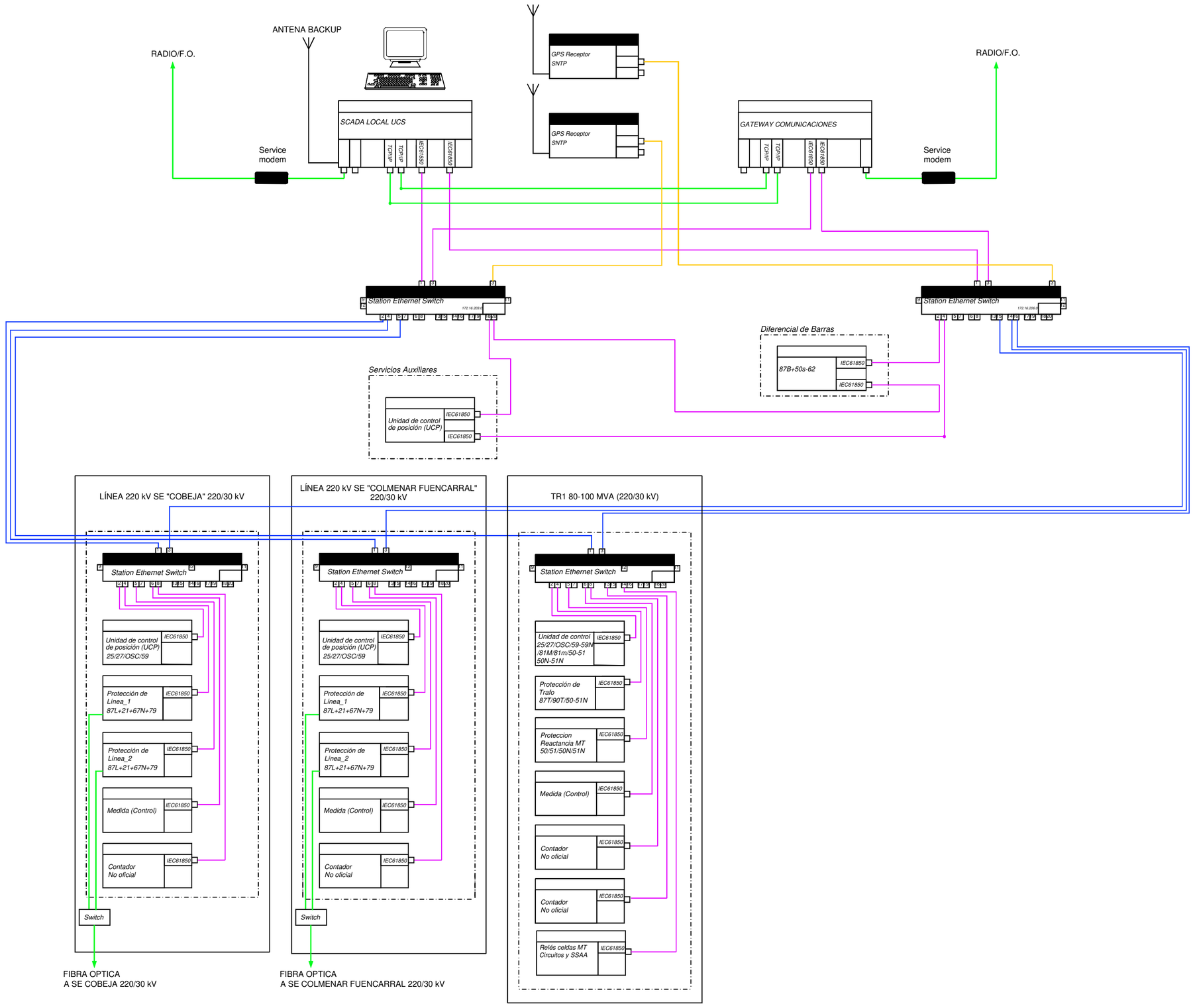
ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:	SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
		ESCALA: S/E
PLANO:	ESQUEMA CONEXIÓN DE NUDOS	PLANO Nº: 13
		HOJA: 1 DE 1

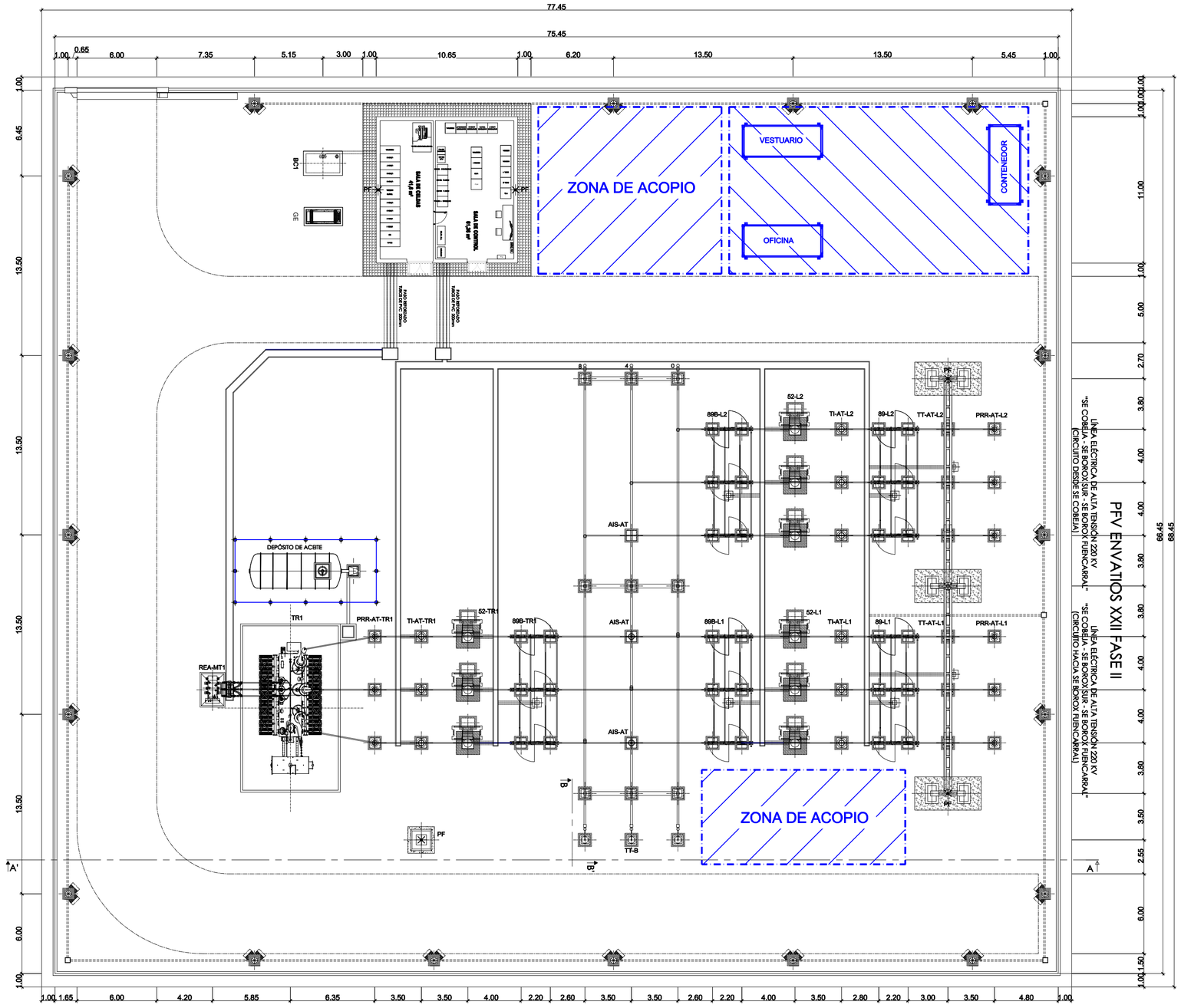


ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SS.AA.	PLANO Nº: 14
	HOJA: 1 DE 1

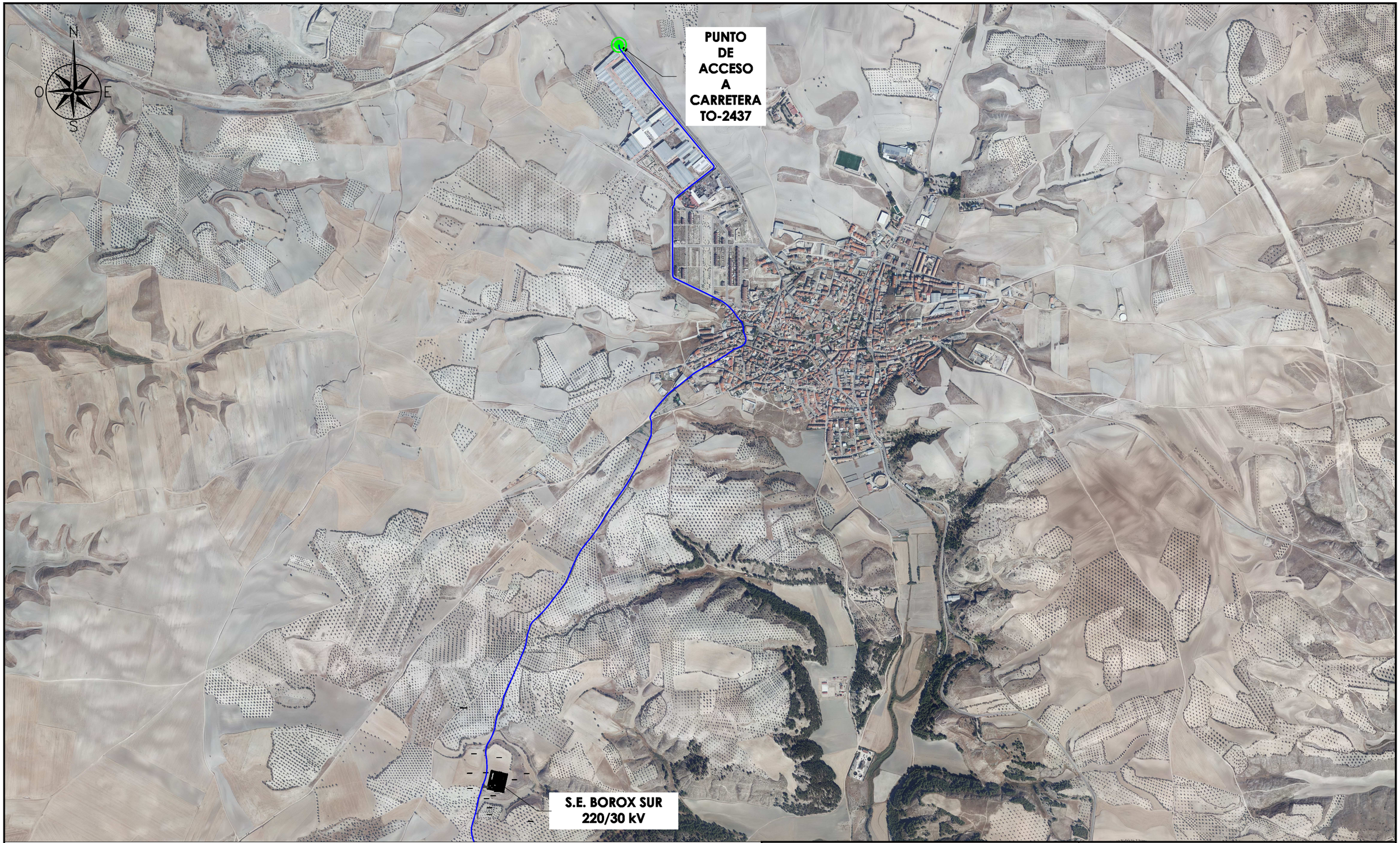


NOTA: GRADO DE CRITICIDAD DE LA INSTALACIÓN DE ENLACE LADO NO TRANSPORTE 2SP/2C+TD

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023
	ESCALA: S/E
PLANO: ESQUEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	PLANO Nº: 15
	HOJA: 1 DE 1



ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.	satel
PROYECTO: SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)	FECHA: SEPTIEMBRE 2023 ESCALA: 1:250
PLANO: PLANTA GENERAL. INSTALACIONES PROVISIONALES	PLANO Nº: 16 HOJA: 1 DE 1



ACCESO POR CARRETERA TO-2437

RUTA DE ACCESO

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:

SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

PLANO:

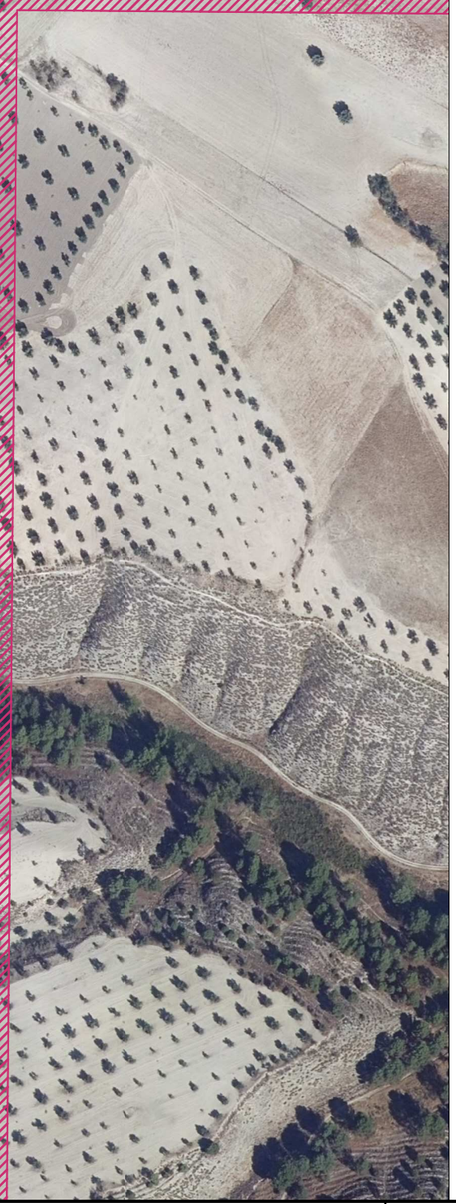
PUNTO DE ACCESO AL VIAL PRINCIPAL

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:750

PLANO Nº: 17

HOJA: 1 DE 1



LEYENDA

- A NÚMERO DE PARCELA SEGÚN PROYECTO
- B NÚMERO CATASTRAL DEL POLÍGONO
- C NÚMERO CATASTRAL DE LA PARCELA
- PLATAFORMA SUBESTACIÓN
- CATASTRO MINERO
- VIAL DE ACCESO
- LÍMITE DE PARCELAS

COORDENADAS VALLADO SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	X (m)	Y (m)
V1	435.373	4.433.966
V2	435.438	4.433.951
V3	435.421	4.433.878
V4	435.356	4.433.892

COORDENADAS PLATAFORMA SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	X (m)	Y (m)
P1	435.372	4.433.967
P2	435.439	4.433.952
P3	435.422	4.433.876
P4	435.355	4.433.892

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

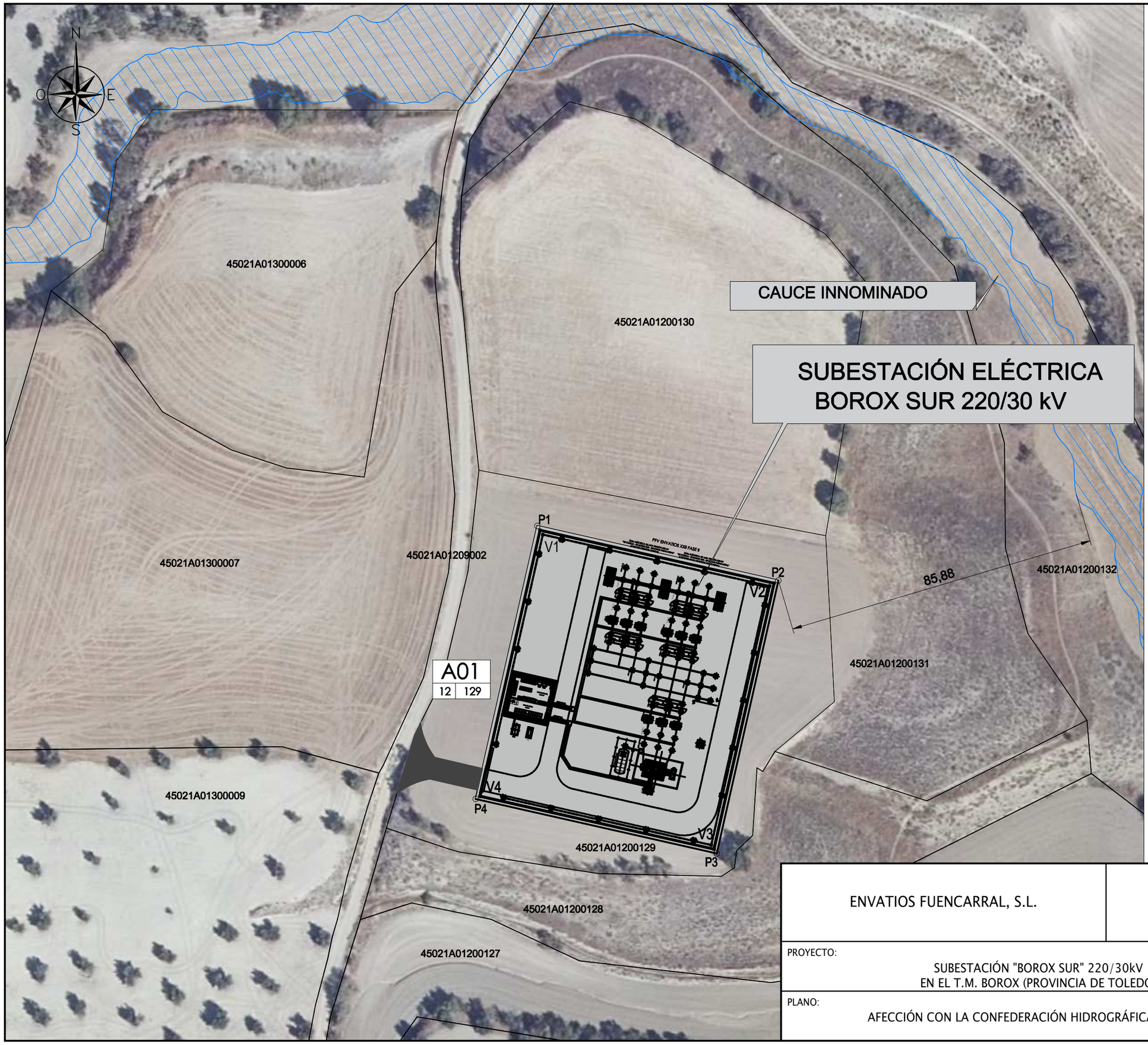
PLANO:
AFECCIÓN CON CATASTRO MINERO

FECHA: SEPTIEMBRE 2023

ESCALA: 1:500

PLANO Nº: 18

HOJA: 1 DE 1



LEYENDA

- A NÚMERO DE PARCELA SEGÚN PROYECTO
- B NÚMERO CATASTRAL DEL POLÍGONO
- C NÚMERO CATASTRAL DE LA PARCELA
- PLATAFORMA SUBESTACIÓN
- ZONA DE DOMINIO PÚBLICO HIDRAÚLICO
- VIAL DE ACCESO
- LÍMITE DE PARCELAS

COORDENADAS VALLADO SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
V1	435.373	4.433.966
V2	435.438	4.433.951
V3	435.421	4.433.878
V4	435.356	4.433.892

COORDENADAS PLATAFORMA SE BOROX-SUR ETRS89 UTM 30N		
Vértice	**X (m)**	**Y (m)**
P1	435.372	4.433.967
P2	435.439	4.433.952
P3	435.422	4.433.876
P4	435.355	4.433.892

ENVATIOS FUENCARRAL, S.L.

satel

PROYECTO:
SUBESTACIÓN "BOROX SUR" 220/30kV
EN EL T.M. BOROX (PROVINCIA DE TOLEDO)

PLANO:
AFECCIÓN CON LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO

FECHA: SEPTIEMBRE 2023
ESCALA: 1:1.000
PLANO Nº: 19
HOJA: 1 DE 1