



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

**Escuela de
Ingeniería de Minas, Energía y Materiales de Oviedo**

Máster en Ingeniería de Minas



Trabajo Fin de Máster

**PROYECTO TÉCNICO DE REMODELACIÓN DE UNA
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**

Autora: Aitana Díaz Suárez

Tutor: Francisco Ortega Fernández

Oviedo, Julio de 2016

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

- Memoria
- Pliego de condiciones
- Presupuesto
- Planos
- Estudio de Seguridad y Salud
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición



MEMORIA

**ÍNDICE**

ÍNDICE DE DOCUMENTOS	0
1. ANTECEDENTES Y OBJETO	4
2. ALCANCE Y LÍMITES DEL PROYECTO	6
3. PETICIONARIO.....	6
4. EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES AMBIENTALES.....	6
5. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO	7
6. SEGURIDAD Y SALUD	7
7. IMPACTO AMBIENTAL	8
8. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	8
9. SERVICIOS AFECTADOS	8
10. REGLAMENTO Y NORMAS DE APLICACIÓN	8
11. DATOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE 132 Y 20kv	10
11.1. INSTALACIÓN DE 132kv	10
11.2. INSTALACIÓN DE 20kv	10
12. ALTURAS Y DISTANCIAS ADOPTADAS EN EXTERIOR.....	11
12.1. INSTALACIÓN DE 132kv	11
12.2. INSTALACIÓN DE 20kv	12
13. PARTES DE LA INSTALACIÓN	12
13.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE EXTERIOR	13
13.1.1. EMBARRADOS	13
13.1.2. RACORES DE CONEXIÓN.....	14
13.1.3. ESTRUCTURAS METÁLICAS	14
13.1.4. PUESTA A TIERRA	15
13.1.5. ACCESORIOS PARA CABLES DE MANDO, CONTROL Y MEDIDA	17
13.1.6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	18
13.1.7. APARAMENTA	18
13.1.8. CABLE DE 20kv Y ACCESORIOS.....	19
13.1.9. CABLES DE MANDO, MEDIDA, PROTECCIÓN Y CONTROL.....	22
13.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE INTERIOR.....	22
13.2.1. NIVELES DE MANDO	23
13.2.2. CRITERIOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN	23
13.2.3. ENCLAVAMIENTOS ENTRE APARATOS DE LA MISMA ZONA	24
13.2.4. TELEMANDO.....	24
13.2.5. CUADRO DE MANDO, PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDIDA	26
13.2.6. MANDO, MEDIDA Y PROTECCIONES	26
13.2.7. CELDA DE 20kv	26



13.2.8.	SERVICIOS AUXILIARES	27
14.	OBRA CIVIL	27
14.1.	OBRA CIVIL EXISTENTE.....	27
14.2.	OBRA CIVIL A REALIZAR	27
15.	PLANIFICACIÓN	30
16.	PRESUPUESTO	31
17.	BIBLIOGRAFÍA.....	31



1. ANTECEDENTES Y OBJETO

La Subestación de Tabiella, propiedad de Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U., fue construida bajo Autorización Administrativa obtenida el 20 de noviembre de 1958 y Acta de Puesta en Marcha de 9 de junio de 1962.

Dicha subestación está formada por los siguientes parques de intemperie y transformadores de potencia:

- Un (1) parque de intemperie de 220kV (Propiedad de REE)
- Un (1) parque de intemperie de 132kV
- Un (1) parque de intemperie de 50kV
- Un (1) sistema de 20kV de interior
- Un (1) autotransformador de potencia de 220/132kV
- Tres (3) transformadores de potencia de 220/50kV
- Tres (3) transformadores de potencia de 132/50kV
- Dos (2) transformadores de potencia de 132/20kV

En concreto, el parque de 132kV objeto del presente Proyecto presenta una configuración de doble barra, y está formado por las siguientes posiciones:

- Tres (3) posiciones de línea
- Tres (3) posiciones de transformador de relación 132/50kV
- Dos (2) posiciones de transformador de relación 132/20kV
- Una (1) posición de autotransformador de relación 132/220kV
- Una (1) posición de acoplamiento de barras
- Una (1) posición de medida de barras
- Siete (7) posiciones de reserva

Por otra parte, el sistema de 20kV objeto del presente Proyecto muestra una configuración de doble barra, y está formado por dos módulos denominados como "BARRAS A" y "BARRAS B" constituidos por las siguientes posiciones:

BARRAS A:

- 1 Posición acoplamiento transversal 1 barras 1A-2A
- 1 Posición de medida de tensión de barras 1A-2A
- 9 Posiciones de línea
- 1 Posición de transformador (T-7)



- 2 Posiciones de remonte de barras 1A-2A

BARRAS B:

- 1 Posición acoplamiento transversal 2 barras 1B-2B
- 2 Posiciones de acoplamiento longitudinal barras 1B-2B
- 1 Posición de medida de tensión de barras 1B-2B
- 9 Posiciones de línea
- 1 Posición de transformador (T-8)
- 3 Posiciones de remonte de barras 1B-2B
- 1 Posición de servicios auxiliares
- 1 Posición de reserva

Actualmente, tal y como se ha indicado, la distribución de 20kV de la Subestación de Tabiella está alimentada por dos transformadores de relación 132/20kV y potencia 30MVA cada uno, denominados T-7 y T-8.

El presente proyecto está destinado a la instalación de un tercer transformador de potencia, de 50MVA, en el parque de intemperie de 132/20kV, con el fin de reforzar y garantizar la continuidad en servicio en el sistema de distribución de 20kV, asegurando la demanda de energía de la zona, en el caso de que se presente alguna anomalía de funcionamiento en alguno de los transformadores que actualmente alimentan al sistema de 20kV, o al necesitar realizar labores de mantenimiento en alguna de las máquinas anteriormente mencionadas.

El disponer de otro transformador aumenta considerablemente la fiabilidad del conjunto de la instalación y, consecuentemente, la seguridad y calidad en el servicio en 20kV.

El nuevo transformador, denominado T-9, se colocará en el parque de 132kV, en la posición denominada como "Zona 39", que se encuentra actualmente libre entre los transformadores T-7 y T-8.

Asociado con dicho transformador, en el lado correspondiente a 20kV, se dispondrá de una nueva celda de transformador de 20kV que se conectará con el actual sistema de 20kV, concretamente con el módulo denominado "BARRAS A".

El objeto, por tanto, del presente Proyecto, es establecer las especificaciones de los suministros y montaje de los elementos necesarios para la construcción de una posición de transformador, de las características que más adelante se describen, así como la ejecución de una nueva interconexión en 20kV entre el transformador a instalar y la distribución de 20kV existente.



2. ALCANCE Y LÍMITES DEL PROYECTO

El alcance del presente Proyecto abarca los siguientes aspectos:

- Nueva posición de transformador denominado T-9 de relación 132/20kV de 50 MVA, completamente equipado.
- Nueva celda de transformador en el sistema de 20kV en el módulo de “BARRAS A”.
- Adaptación de los sistemas de control y protección a la nueva posición de transformador.
- Nuevo tendido de cables MT de conexión entre el transformador de potencia y la nueva celda de posición de transformador en el sistema de 20kV.

Este proyecto comprende exclusivamente las partes de que constará la instalación, es decir, desde el punto de vista eléctrico se contemplan en él desde los seccionadores pantógrafos correspondientes a “BARRAS 1” y “BARRAS 2” de 132kV hasta la conexión de los cables en la celda de transformador correspondiente de la distribución de 20kV.

Respecto a la obra civil y estructura metálica, quedará incluido todo aquello que quede dentro del recinto de la zona del transformador a ampliar, sea cual sea el uso a que se destine dentro de las necesidades propias de una instalación de este tipo.

Este Proyecto servirá también para solicitar ante la Dirección General de Minería, Industria y Energía (Consejería de Industria, Comercio y Turismo) del Principado de Asturias, la preceptiva Autorización Administrativa, Aprobación del Proyecto y, en su día, la correspondiente Autorización de Puesta en Marcha, todo ello conforme a la legislación vigente.

3. PETICIONARIO

Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U. (en adelante HCDE), con domicilio social en Plaza de la Gesta, 33007, Oviedo (Principado de Asturias).

4. EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES AMBIENTALES

La instalación objeto de este Proyecto se ubicará, tal y como se ha mencionado con anterioridad, en la Zona N°39 del parque de intemperie de 132kV de la Subestación de Tabiella, propiedad de HCDE, situada en Tabiella, concejo de Avilés (Principado de Asturias).

La Zona N°39, que actualmente se encuentra en reserva, es colindante con la zona de los transformadores T-7 y T-8 (zonas 37 y 38, respectivamente).

Las condiciones climáticas del lugar son las siguientes:



- Altura sobre el nivel del mar <500m
- Tipo de zona A (s/ITC-LAT 07, apartado 3.1.3)
- Temperaturas extremas +40°C/-5°C
- Velocidad máxima del viento 120km/h
- Contaminación ambiental Media
- Nivel de niebla Medio-Alto

5. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

El Proyecto consiste básicamente en la incorporación en el parque de intemperie de 132kV de un nuevo transformador de potencia de relación 132/20kV de 50MVA, que se denominará T-9, y su conexión con el sistema de 20kV.

El sistema de 20kV estará constituido por una nueva posición de transformador alimentada por el nuevo transformador T-9, que estará formada por una (1) celda blindada con aislamiento completo en SF6 (barras colectoras, seccionadores, interruptores automáticos, etc.) de 24kV/2000A/25kA.

Quedan también incluidas en este Proyecto las canalizaciones para cables de 20kV entre el transformador y la distribución de 20kV, así como la obra civil para las nuevas zapatas de hormigón (la Zona 39 dispone de una bancada preexistente, por lo que no es necesaria la construcción de una nueva), el montaje de canaleta registrable prefabricada de hormigón para el tendido de cables de potencia, mando, medida, protección y control que sea necesario y también la estructura metálica necesaria para el montaje de aparellaje, incluso conexiones tendidas, cadenas de aisladores, etc.

6. SEGURIDAD Y SALUD

Las principales características del Proyecto que afectan a la seguridad y salud de los trabajadores durante su ejecución son:

Plazo de ejecución:

El período de tiempo estimado para la realización del presente Proyecto asciende a 144 días.

Presupuesto:

El importe de ejecución de la nueva obra asciende a 1.060.494,99 € (UN MILLÓN SESENTA MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON NOVENTA Y NUEVE EUROS).

Número de operarios previsto:



El número aproximado de trabajadores totales previstos, para la realización de las distintas actividades del Proyecto, será de diez (10), estimándose una punta máxima de seis (6) trabajadores simultáneamente.

De acuerdo a los supuestos recogidos en el Artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción, es necesaria la realización de un Estudio de Seguridad y Salud.

7. IMPACTO AMBIENTAL

Tal y como se ha apuntado, la instalación que se proyecta se intercalará entre otras instalaciones existentes de características similares, concretamente entre la zona del transformador T-7 y la zona del transformador T-8.

El aparellaje de dichas instalaciones es similar al de la instalación nueva.

Las dimensiones y potencias definidas en el proyecto son inferiores a las indicadas tanto en el grupo 3g del Anexo I y en el grupo 4b de la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de Evaluación Ambiental, lo que le exime de la realización de Evaluación de Impacto Ambiental tanto integral como Simplificada.

8. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

De acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y conforme a lo dispuesto en el Artículo 4, de obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, se incluye en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

9. SERVICIOS AFECTADOS

Toda la instalación objeto del Proyecto se ubicará dentro del recinto de la Subestación de Tabiella, por lo que no se verán afectados ni bienes ni servicios de ninguna administración pública, organismo ni empresa de servicio público o de servicios de interés general.

Por ello, no es necesario elaborar ninguna separata a los efectos del Artículo 123 del Real Decreto 1955/2000.

10. REGLAMENTO Y NORMAS DE APLICACIÓN

En la elaboración del presente Proyecto, así como en la posterior realización de la instalación, se tendrán en cuenta los siguientes Reglamentos y Normas:



- Ley 21/2013, de 9 de Diciembre, de Evaluación Ambiental.
- R.D. 2667/2004, de 3 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- 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.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014, de 9 de Mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre las condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- R.D. 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-BT según Decreto 842/2002 de 2 de agosto (BOE N°224 18/09/02).
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, O.M. de 6 de Julio de 1984 (BOE 01/08/84), así como sus actualizaciones posteriores.
- Norma IEEE 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".
- Norma Básica de Edificación.
- Recomendaciones C.E.I.
- Normas UNE.
- Normas e Instrucciones Técnicas particulares de HCDE, S.A.U.
- Normas, Pliegos, Instrucciones y Órdenes promulgadas por la Administración que se apliquen en la ejecución de la obra, estén o no contempladas en este Proyecto.



11. DATOS BÁSICOS DE LOS SISTEMAS DE 132 Y 20KV

11.1. INSTALACIÓN DE 132kV

La red de 132kV de HCDE posee las siguientes magnitudes fundamentales desde el punto de vista eléctrico:

- Tensión nominal (U_n) 132kV
- Tensión más elevada para el material (U_m) 145kV
- Frecuencia 50Hz
- Intensidad máxima de cortocircuito tripolar en el lugar de la instalación 20kA
- Intensidad máxima de defecto a tierra en el lugar de la instalación 25kA
- Tensión soportada nom. a frec. Industrial (50Hz, 1min) 275kV_{ef}
- Tensión soportada nom. a impulsos tipo rayo 650kV_{cr}
- Sistema neutro Rígido a tierra
- Tiempo de disparo ante defecto tripolar 0,5s
- Tiempo de disparo ante defecto homopolar 0,5s

11.2. INSTALACIÓN DE 20Kv

El sistema de 20kV de HCDE posee las siguientes magnitudes fundamentales desde el punto de vista eléctrico:

- Tensión nominal (U_n) 20kV
- Tensión de servicio 22kV
- Tensión más elevada para el material (U_m) 24kV
- Frecuencia 50Hz
- Intensidad de cortocircuito tripolar en bornes de 20kV del Trafo 132/20kV-50MVA considerando potencia infinita en el primario a 132kV 10kA
- Tiempo máximo de permanencia de la falta 2s
- Intensidad máxima de defecto a tierra 500A



- Tensión soportada nom. a frec. Industrial (50Hz,1min) 50kV_{ef}
- Tensión soportada nom. a impulsos tipo rayo 125kV_{cr}
- Tiempo de permanencia de un defecto 0,6s
- Sistema de neutro: Puesta a tierra mediante resistencia de 25 Ohm (por unidad de transformador) que limita la corriente a 500A

12. ALTURAS Y DISTANCIAS ADOPTADAS EN EXTERIOR

Para determinar las alturas y distancias a mantener en la instalación que se proyecta, se ha tenido en cuenta lo que se especifica a cerca del particular en los siguientes documentos:

- Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 12.
- Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 15.

12.1. INSTALACIÓN DE 132kV

Las distancias a adoptar en base a una tensión de choque a onda normalizada 1,2/50 μ S de 650kV cresta que soportará la instalación de 132kV serán las siguientes:

- Distancia mínima Fase-Tierra en el aire 1.300mm
- Distancia mínima Fase-Fase en el aire 1.300mm
- Altura mínima de los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre pasillos 3.800mm
- Distancia mínima al suelo de cualquier elemento en tensión en zonas accesibles (se considera en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo) 2.300mm

Las distancias que se fijan en este proyecto, y que se basan en las distancias existentes en el parque, a fin de facilitar el mantenimiento del mismo, son las siguientes:

- Distancia Fase-Tierra en el aire desde el eje de la barra 2.390mm
- Distancia Fase-Fase en el aire entre ejes de embarrados 3.000mm
- Distancia desde eje de embarrado general al suelo 7.778mm
- Distancias embarrado de la zona al suelo
 - Desde eje tubería aluminio Ø120mm 4.500mm
 - Desde eje cable (HAWK) 9.775mm



- Distancia desde cualquier punto en tensión al suelo 4.200mm
- Distancia al suelo de la línea de contacto del aislador con su zócalo del distinto aparellaje que conforma la instalación 2.800mm

Aun teniendo en cuenta carcasas de aparellaje, diámetro de aisladores de embarrados, racores de conexión, etc. las distancias resultan muy superiores a las reglamentarias.

12.2. INSTALACIÓN DE 20kV

Las distancias a adoptar en base a una tensión de choque a onda normalizada 1,2/50 μ S de 125kV cresta que soportará la instalación de 20kV serán las siguientes:

- Distancia mínima Fase-Tierra en el aire 220mm
- Distancia mínima Fase-Fase en el aire 220mm
- Altura mínima de los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre pasillos 2.720mm
- Distancia mínima al suelo de cualquier elemento en tensión en zonas accesibles (se considera en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo) 2.300mm

Las distancias que se fijan en este Proyecto, y que se basan en las distancias existentes en el parque, a fin de facilitar el mantenimiento del mismo, son las siguientes:

- Distancia Fase-Tierra en el aire desde el eje de la barra 700mm
- Distancia Fase-Fase en el aire entre ejes de embarrados 550mm
- Altura desde el eje de embarrado en tensión no protegido, que se encuentra sobre pasillos 4.680mm
- Distancia al suelo de cualquier elemento en tensión en zonas accesibles (se considera en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo) 2.800mm

Nuevamente, teniendo en cuenta carcasas de aparellaje, diámetro de aisladores de embarrados, racores de conexión, etc. las distancias resultan muy superiores a las reglamentarias.

13. PARTES DE LA INSTALACIÓN

La instalación que se proyecta está compuesta por dos partes, una de exterior y una de interior, que se describen a continuación:



13.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE EXTERIOR

Tal y como se ha apuntado con anterioridad, la zona de 132kV de transformador a ampliar ocupará la Zona 39 en reserva, dentro del recinto de la propia Subestación y en su parque de intemperie.

En el plano L2016S01G01 puede observarse la ubicación de la zona de transformador que se proyecta. La anchura de la misma es de 11 metros.

Como queda reflejado en el esquema unifilar L2016S01E902, se ha establecido un sistema de distribución en 132kV de doble barra, con objeto de adaptar esta nueva zona al criterio general actual de la Subestación.

13.1.1. EMBARRADOS

➤ **Embarrados 132kV**

Los embarrados generales de 132kV (BARRAS 1 y BARRAS 2) ya existen.

Las conexiones tendidas correspondientes a la zona que ahora se amplía estarán formadas por conductor de aluminio-acero denominado "HAWK".

El amarre de las conexiones tendidas a los pórticos se realizará mediante cadenas de aisladores dotadas de diez aisladores de vidrio templado con las correspondientes piezas.

Los embarrados de interconexión con la aparamenta se realizarán mediante tubo de aleación de aluminio de Ø120/104mm montado sobre aisladores de apoyo y la propia aparamenta.

Las características detalladas del tubo y los aisladores de apoyo se indican en el Pliego de Condiciones Técnicas.

➤ **Embarrados 20kV**

Los bornes de 20kV del transformador, incluido el del neutro, irán conectados a un embarrado de distribución formado por tubo de cobre semiduro de Ø63/55mm montado sobre aisladores de apoyo C8-125.

➤ **Embarrados neutros 132 y 20kV**

Se utilizará tubo de cobre semiduro de Ø25/20mm montado sobre aisladores C8-170 (neutro 132kV) y C4-95 (neutro de 20kV).



13.1.2. RACORES DE CONEXIÓN

➤ Racores de conexión 132kV

Para la realización de la interconexión entre los diferentes elementos que constituirán toda la aparamenta, se utilizarán racores de conexión de ánodo masivo (gran masa), especiales para alta tensión, para evitar pares galvánicos, dotados de tornillería de acero inoxidable oculta.

Para la selección de piezas y la realización de conexiones se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- a) Las conexiones tendidas con cable de aluminio-acero se fijarán a las cadenas de aisladores por medio de piezas de compresión.
- b) Las conexiones tendidas entre cable y aparellaje se realizarán mediante racores de conexión de con apriete mediante tornillos de acero inoxidable y presiones reguladas.
- c) Las conexiones entre tubo de aleación de aluminio y aparellaje se realizarán mediante racores de conexión con apriete mediante tornillos de acero inoxidable y presiones reguladas.
- d) En todas las conexiones se deberán tratar previamente las zonas de contacto mediante aditivo PENETROX, o similar, que asegure perfecta conexión.
- e) Las piezas serán aptas para una intensidad, como mínimo, de 2.000A.
- f) Todas las conexiones eléctricas se realizarán, obligatoriamente, con tornillería de acero inoxidable, con tuerca, contratuerca, arandela plana y grower.

➤ Racores de conexión 20kV y puesta a tierra neutro 132kV

Para realizar la conexión desde los distintos elementos que conforman el embarrado de 20kV con su conexión a bornes del transformador, a los cables de alimentación a la celda de 20kV y demás aparellaje de 20kV, así como para la puesta a tierra del neutro de 132kV, se utilizarán racores de conexión en aleación de bronce para instalaciones de media tensión en intemperie o interior.

Los herrajes y tornillería serán de acero inoxidable, con tuerca, arandela plana y grower. El apriete se realizará mediante presiones reguladas.

13.1.3. ESTRUCTURAS METÁLICAS

Las nuevas estructuras para soportes de aparamenta se constituirán a base de acero estructural doble T de la ancha (HEB), con lo que se conseguirá una gran solidez y facilidad de



mantenimiento, a la vez que se evita un exceso de estructuras a la vista, lo que mejora considerablemente la estética.

El acero estructural a emplear deberá ajustarse a las características correspondientes de la designación S275JR s/norma UNE 10025.

Los soportes de aparellajes existentes tales como soportes seccionadores pantógrafos y soportes de pararrayos están contruidos en perfil IPB-220.

Los nuevos soportes a construir, así como los perfiles de acero a emplear, serán los siguientes:

- Soportes seccionadores pantógrafos Perfil HEB-220
- Soportes aisladores de apoyo Perfil HEB-220
- Soportes trafos de intensidad Perfil HEB-220
- Soporte interruptor automático Perfil HEB-220
- Soporte seccionador neutro 132kV Perfil HEB-160
- Soporte salida 20kV transformador de potencia Perfil HEB-160
- El seccionador neutro 20kV se fijará directamente sobre un pie del pórtico igual que en el transformador existente T-8.
- La resistencia de puesta a tierra del neutro en 20kV se montará sobre una bancada metálica construida en perfil de acero UPN-100.

13.1.4. PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra son integrantes fundamentales de los sistemas eléctricos, en los que asumen diversas funciones:

1. Permiten establecer el “régimen de neutro”, es decir, la naturaleza y el valor de la impedancia de conexión entre el neutro de un sistema trifásico y el terreno. Del régimen de neutro, escogido de acuerdo con las necesidades operativas y la tensión del sistema, dependen aspectos fundamentales de la especificación de los equipos (nivel de aislamiento, intensidades asignadas de corta duración) y del esquema de protección seleccionado.
2. Proporcionan un camino seguro a la disipación en el terreno de corrientes eléctricas de origen diverso (faltas a tierra, desequilibrios en las cargas, cargas estáticas...) sin que se superen los límites operativos y de seguridad de los diversos equipos y sistemas.
3. Permiten la protección del equipo eléctrico frente a sobretensiones, de origen atmosférico o de maniobra, proporcionando un camino seguro a las ondas de intensidad, mientras



- posibilitan que los dispositivos de protección (principalmente los pararrayos) limiten las potencias de las fases respecto a tierra o incluso eviten las situaciones de riesgo (sistemas de apantallamiento o “tierras superiores”).
4. Aseguran la protección de las personas y los animales ante el choque eléctrico por contactos indirectos durante las situaciones de falta, creando un entorno seguro en el interior de las instalaciones afectadas y en sus proximidades, entorno en el que las tensiones “de paso” y “de contacto” se mantienen controladas.
 5. Permiten la explotación segura de las instalaciones de tecnología GIS, manteniendo valores reducidos de las tensiones de contacto, especialmente las debidas al contacto metal-metal con sus envolventes, tanto durante la operación normal como en el caso de faltas a tierra.
 6. Garantizan bajos valores de la intensidad de campo magnético en el exterior de las envolventes de las instalaciones GIS (compensación del campo creado por las fases con el campo creado por las corrientes de retorno por las envolventes y el sistema de tierras) y reducen los transitorios de alta frecuencia durante las maniobras de la aparamenta GIS.
 7. Permiten el “confinamiento” de los campos eléctricos en los cables de alta tensión (o “de campo radial”), facilitando la instalación de líneas subterráneas de transporte de energía eléctrica.
 8. Facilitan la protección y el funcionamiento correcto de los equipos sensibles a los campos electromagnéticos, que son afectados, mediante diversos mecanismos de acoplamiento electrostático e inductivo, por los elevados valores de campo generados en el equipamiento eléctrico principal durante las condiciones de sobretensión o sobreintensidad.
 9. Son parte imprescindible de los procedimientos que garantizan la seguridad del personal que debe realizar trabajos de mantenimiento o reparación de los sistemas eléctricos, ayudando a evitar los contactos eléctricos directos en las zonas consignadas y en descargo.

En la nueva zona a ocupar se encuentra la malla general de puesta a tierra de protección y de servicio de todos los elementos de la subestación, compuesta por cable de cobre desnudo de 120mm^2 , formando cuadrículas de $6 \times 6\text{m}$, y jabalinas de acero-cobre de $\text{Ø}19\text{mm}$. Las uniones se realizan con soldadura aluminotérmica.

Desde dicha malla se dará tierra a los soportes del aparellaje, pies de pórtico que lo precisen, cuba del transformador, etc., mediante “cocas” de cable de cobre electrolítico desnudo, de calidad semidura y sección 120mm^2 .



Estas cocas atravesarán la zapata por el interior de un tubo de PE-AD corrugado exterior, liso interior, de Ø90mm previsto a tal efecto.

Al salir del tubo, y hasta la grapa de fijación en la estructura, al cable deberá dársele la forma adecuada para que quede próximo a la superficie de acabado de la zapata y el alma de la estructura. Las grapas de fijación a estructura serán adecuadas para admitir un cable de cobre de 120mm² en bucle, con salida para varilla de cobre de Ø12mm.

La puesta a tierra concreta de los elementos integrantes de la apartamenta se realizará mediante varilla de cobre de Ø12mm. Esta partirá de las grapas anteriormente indicadas y discurrirá por el alma de los soportes, fijada a los mismos mediante portavarillas de latón con tornillo de acero inoxidable.

Los soportes existentes para los seccionadores pantógrafos ya disponen de la grapa sobre estructura y la coca con cable de cobre desnudo de 120mm² procedente de la malla de tierra.

Como queda demostrado en el Anexo de Cálculos Justificativos de esta Memoria, la malla existente garantiza que los valores de tensión de paso y contacto se encuentran por debajo de los máximos permitidos por el Reglamento, por lo que no será necesario proceder a la remodelación de la misma.

No obstante, una vez finalizada la instalación se procederá a la medición de las tensiones de paso y contacto aplicadas según se describe en la Instrucción ITC-RAT 13.

13.1.5. ACCESORIOS PARA CABLES DE MANDO, CONTROL Y MEDIDA

Desde el pie de cada una de las estructuras que soportan órganos de maniobra (mandos) y cajas de conexión (transformadores de intensidad, de tensión, etc.), se montarán unos tubos de acero galvanizado que embocarán en las propias canaletas de cables y atravesarán la propia cimentación.

Se continuará con los tubos hasta las proximidades de mandos o cajas de conexión, fijados al soporte mediante abarcones de acero galvanizado.

Entre el final de cada tubo y cajas de mando o de conexión, se montará un acoplamiento flexible formado por tubo flexible de PVC y los acoplamientos adecuados.

Se consideran como mínimo el siguiente número de tubos:



- Para seccionador pantógrafo Dos tubos de 2" s/DIN 2440
- Para interruptor automático Dos tubos de 2" s/DIN 2440
- Para transformador de intensidad Un tubo de 2" s/DIN 2440
- Para transformador Tres tubos de 2" s/DIN 2440
- Para resistencia p.a.t. neutro 20kV Un tubo de 1" s/DIN 2440

13.1.6. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Para la protección contra sobretensiones se utilizarán pararrayos de óxido de zinc. Estarán dimensionados para proteger equipos e instalaciones con un nivel de aislamiento de 550kV. Irán instalados próximos al transformador. Cada pararrayos tendrá asociado un contador de descargas.

Para la protección contra sobretensiones en 20kV se utilizarán también pararrayos de óxido de zinc. Estarán dimensionados para proteger equipos e instalaciones con un nivel de aislamiento de 125kV.

13.1.7. APARAMENTA

Esta nueva zona de transformador dispondrá de la siguiente aparamenta:

En 132kV:

- Seis (6) seccionadores pantógrafos unipolares de barras (Barras-1 y Barras-2).
- Tres (3) transformadores de intensidad.
- Un (1) interruptor automático en SF6.
- Tres (3) pararrayos de óxidos metálicos con contador de descargas.
- Un (1) transformador 132/20kV-50MVA.

En 20kV:

- Tres (3) pararrayos de óxidos metálicos.
- Un (1) seccionador unipolar en la puesta a tierra del neutro.
- Una (1) resistencia para la puesta a tierra del neutro, con transformador de intensidad para la protección.



En puesta a tierra neutro 132kV:

- Un (1) seccionador unipolar.

13.1.8. CABLE DE 20kV Y ACCESORIOS

➤ Cables

Para la alimentación en 20kV desde el embarrador correspondiente montado a pie del transformador 132/20kV a la distribución de 20kV existente, concretamente a la futura celda T-9 que se acoplará al existente módulo "BARRAS A", que se ubicará en el edificio donde se encuentran los actuales módulos "BARRAS A" y "BARRAS B" de la Subestación, se utilizarán cables tipo EPROTENAX H COMPAC de cobre designación HEPRZ1 (AS) 18/30kV 1x400kCu + H16.

En el exterior, los cables irán tendidos al aire, grapados en terna sobre soporte metálico y por canalización multitubular subterránea, una terna en el interior de un tubo de diámetro exterior 200mm, y en el interior, en el sótano del edificio principal de la Subestación, por canalización registrable y bandeja metálica modelo escalera.

La intensidad admisible, según Especificación Técnica de HCDE (ET/5111) para cables aislados MT-AT en subestaciones eléctricas, para el cable unipolar anteriormente mencionado con aislamiento HEPR, es de 466A, considerando una temperatura máxima del conductor de 105°C para las condiciones de tendido siguientes:

- Enterrados bajo tubo, tres (3) cables por tubo.
- Temperatura del terreno de 25°C.
- Resistividad térmica del terreno: 1,0 K.m/W
- Profundidad de 1 metro.

Tal y como se establece en la ITC-LAT 06, se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo.

Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, como es el caso que se presenta en este Proyecto, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 1,5.



En este caso concreto:

- Ø interior del tubo: 182mm
- Ø aparente terna: 97mm

$$\frac{182}{97} = 1,876 > 1,5$$

En el interior del edificio los cables irán tendidos formando terna, con una separación mayor o igual al diámetro aparente de la misma, por un pequeño tramo de canalización registrable ampliamente dimensionada y por bandejas modelo escalera de forma que el aire pueda circular libremente.

En el soporte del embarrado de 20kV, los cables se fijan directamente al mismo mediante abrazaderas metálicas y las tres ternas separadas entre sí el diámetro aparente de cada uno de ellas.

En el tendido y posterior conexionado de cada cable se pondrá especial atención para mantener igual o lo más aproximado posible la longitud de todos los cables que conforman las líneas de alimentación.

La intensidad nominal del transformador de 50MVA, en tensión de servicio de 22kV, es:

$$I_n = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 22} = 1.312,2 A$$

Por lo tanto, la instalación de tres ternas en las condiciones indicadas sería capaz de conducir a una intensidad máxima de servicio permanente de:

$$I_r = 466 \cdot 3 = 1.398 A > 1.312,2 A$$

Dada la corta longitud y elevada sección de la línea, se omite el cálculo por caída de tensión.

Comprobación a efectos de cortocircuito tripolar:

Tal y como se ha indicado en el Apartado 11.2 de esta Memoria, la intensidad de cortocircuito tripolar en bornas de 20kV del Transformador 132/20kV es de 10kA, con un tiempo de permanencia de 2s.

La intensidad máxima de cortocircuito para el cable con aislamiento HEPR durante un tiempo de 1s es de 54kA. Por lo tanto, para un tiempo de 2s será:



$$I_{cc} = \frac{54}{\sqrt{2}} = 38,18 \text{ kA}$$

Tres cables en paralelo admitirán:

$$38,18 \cdot 3 = 114,55 \text{ kA} \gg \gg 10 \text{ kA}$$

Comprobación a efectos de cortocircuito homopolar:

Como se ha indicado en el Apartado 11.2 de esta Memoria, la intensidad de defecto a tierra está limitada a 500A por medio de una resistencia intercalada entre el borne de neutro del transformador y tierra, disponiendo además de una protección de máxima intensidad que actúa en un tiempo de 0,6s al superar el ajuste de 500A.

La pantalla de los cables a utilizar está constituida por una corona de alambres de cobre de diámetro igual a 1mm y sección total de 16mm².

La intensidad de cortocircuito admisible, durante 1s, es de 2,8kA, por lo que para 0,6s será:

$$I_{cc} = \frac{2,8}{\sqrt{0,6}} = 3,61 \text{ kA}$$

Tres pantallas en paralelo admitirán:

$$3,61 \cdot 3 = 10,84 \text{ kA} \gg \gg 500 \text{ A}$$

➤ **Accesorios**

La fijación de cada terna de cables tanto en el soporte al exterior a pie del transformador, como en la canalización registrable y bandeja metálica modelo escalera, en el interior, se realizará mediante abrazaderas de acero inoxidable con forro de neopreno y tornillería inoxidable, a una distancia máxima de un metro.

Las conexiones en el embarrado de 20kV al exterior se realizarán mediante terminaciones retráctiles en frío para exterior hasta 36kV y terminal de compresión de cobre estañado, así como las conexiones en la celda de transformador de 20kV.

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en ambos extremos.



13.1.9. CABLES DE MANDO, MEDIDA, PROTECCIÓN Y CONTROL

Los cables de interconexión entre los distintos aparatos en el exterior y el regletero de bornes en el panel del armario ubicado en la Caseta N°3 del Parque de Intemperie, así como con la celda de transformador de 20kV correspondiente a la distribución de 20kV, irán tendidos por los siguientes conductos:

En el exterior:

En canaletas registrables de hormigón perfectamente ordenadas por capas e identificadas por medio de tarjetas indelebles, que indicarán, por medio de un código adecuado, la procedencia, función y formación de cada uno de los cables.

En el interior de la caseta N°3:

Por canalización registrable en la solera de la caseta, perfectamente ordenados por capas e identificados por medio de tarjetas indelebles como se indicó anteriormente.

En el edificio principal de la Subestación:

Por bandeja perforada existente instalada en el sótano bajo la planta primera donde está ubicada la distribución de 20kV.

Irán ordenados por mazos según su función, fijados a la bandeja mediante bridas de PVC tipo UNEX o similar.

Al igual que en los casos anteriores, se identificarán mediante tarjetas indelebles.

Secciones:

En cualquier caso, las secciones mínimas para los cables serán las siguientes:

- Para circuitos de mando, control, señalización, etc.: 2,5mm²
- Para circuitos de intensidad y tensión, con destino a relés de protección: 4mm²
- Para circuitos de intensidad y tensión, con destino a contadores: 6mm²

13.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE INTERIOR

En el panel del armario de baja tensión ubicado en la Caseta N°3 del Parque de Intemperie se ubicarán los dispositivos correspondientes al mando, señal, protección y medida de régimen de



interior de la nueva zona de transformador, así como los servicios auxiliares tanto de corriente alterna como de continua.

13.2.1. NIVELES DE MANDO

Los niveles de mando, en orden prioritario, son los siguientes:

- Nivel de aparato Local
- Nivel de zona o posición Local en Caseta N°3
- Nivel de Subestación Remoto
- Nivel de Despacho Central de Distribución (DCD) Telemando

El mando local a nivel de aparato se realizará desde el armario local a pie del aparato, a base de pulsadores y lámparas de señalización. Se dispondrá también de conmutador Local-Remoto.

El mando local a nivel de posición se realizará desde la Unidad de Control de Posición (UCP) instalada en un nuevo panel de control y protección ubicada en la Caseta N°3 del Parque de Intemperie. Dispondrá de conmutador Local-Remoto.

El mando remoto se realizará desde la Unidad de Control de Subestación (UCS), de sistema microSCADA, situado en la Sala de Control de la Subestación. Esta posición dispondrá de conmutador Local-Telemandado.

El Telemando se realizará desde el Despacho Central de Distribución (DCD).

13.2.2. CRITERIOS DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

a. Seccionadores de barras

- Mando Local-UCP-microSCADA-DCD
- Señalización Local-UCP-microSCADA-DCD

b. Interruptor automático

- Mando Local-UCP-microSCADA-DCD
- Señalización Local-UCP-microSCADA-DCD



c. Regulador en carga del transformador

- | | |
|----------------|--------------------------|
| - Mando | Local-UCP-microSCADA-DCD |
| - Señalización | Local-UCP-microSCADA-DCD |

La señalización, en todos los niveles, será “doble”, a base de dos contactos “1NA+1NC” por elemento.

13.2.3. ENCLAVAMIENTOS ENTRE APARATOS DE LA MISMA ZONA

Los enclavamientos principales que se prevén como parte integrante del mando son los siguientes:

- Si el interruptor automático de la zona está cerrado no podrá realizarse ninguna maniobra con los seccionadores correspondientes a dicha zona, a excepción del cambio de barras. Para poder realizar esta última, deberán estar cerrados todos los elementos de maniobra que componen la zona de acoplamiento de barras.
- Los accionamientos que estén dotados de manivela para maniobras locales manuales estarán previstas de forma que, mediante la inserción de la manivela, se bloqueen las órdenes eléctricas desde cualquier punto.
- Para conectar el interruptor, es preciso que los seccionadores de barras estén totalmente cerrados o abiertos.
- La energización de los transformadores se realizará siempre por el lado de alta tensión. Para asegurarlo, se enclavará el cierre del interruptor del lado de 20kV con la posición del interruptor de 132kV, de modo que se impida el cierre del de baja con el de alta abierto.

13.2.4. TELEMANDO

De acuerdo con el criterio empleado en la Subestación, esta nueva zona proyectada será telemendada desde la UCP, previa configuración del microSCADA existente en la subestación y unión de ambos equipos con un cable de fibra óptica.

El volumen de información para su envío por telemando será el siguiente:

Instalación de 132kV:

- Medida de la potencia activa
- Medida de la potencia reactiva



- Medida de la energía activa (impulsos)
- Alarma urgente
- Alarma no urgente
- Disparo protecciones
- Telemando en Local
- Interruptor cerrado
- Interruptor abierto
- Seccionador Barras-1 cerrado
- Seccionador Barras-1 abierto
- Seccionador Barras-2 cerrado
- Seccionador Barras-2 abierto
- Cerrar interruptor
- Abrir interruptor
- Cerrar seccionador Barras-1
- Abrir seccionador Barras-1
- Cerrar seccionador Barras-2
- Abrir seccionador Barras-2

Transformador y regulador en carga del mismo:

- Disparo protecciones propias
- Alarmas propias
- Alarma urgente regulador
- Alarma no urgente regulador
- Regulador en automático
- Regulador en manual
- Posición o toma
- Orden regulación en automático
- Orden regulación en manual
- Orden subir tensión
- Orden bajar tensión



13.2.5. CUADRO DE MANDO, PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDIDA

Como se ha indicado en el Apartado 13.2 de la presente Memoria, se ha previsto alojar el sistema de protecciones de la zona del nuevo transformador en un nuevo panel de control y protección ubicado en la Caseta N°3 del Parque de Intemperie.

13.2.6. MANDO, MEDIDA Y PROTECCIONES

El sistema de cableado, así como la forma y dispositivos a emplear, se realizará de acuerdo a la estandarización de EDP.

Los equipos a instalar serán los siguientes:

- a) Unidad de mando, protección y control. Ref. REF-545CC de ABB.
- b) Protección diferencial del transformador (87-50/51 AT-50/51 BT). Ref. SEL 587 de Schweitzer Engineering Laboratories o similar.
- c) Protección de sobreintensidad de transformador lado 132kV (51-51N). Ref. SEL 551 de Schweitzer Engineering Laboratories o similar.
- d) Unidad distribuida de protección diferencial de barras y fallo interruptor (87B+50s 62). Ref. REB-500 de ABB.
- e) Protección de sobreintensidad de falta a tierra (51G) en 20kV conexionado al transformador de intensidad en la resistencia de p.a.t. del neutro en 20kV. Tipo REJ-521 de ABB o similar.
- f) Relé de bloqueo y disparo (86). Tipo BJ8 de Arteché o similar.
- g) Relé de alarma (74), prevista para 16 alarmas, con sistema de tratamiento de alarmas incorporado.
- h) Contador (Wh-VArh).

13.2.7. CELDA DE 20kV

En la nueva celda de 20kV a instalar en el edificio de celdas (módulo de Barras-A, posición 00) se montará el siguiente equipo de protección:

- Protección de sobreintensidad de transformador lado 20kV (50-51/50N-51N). Ref. REL-521 de ABB.



13.2.8. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares necesarios, tanto en corriente alterna como en continua, para esta zona, procederán de los sistemas actualmente en servicio, con salidas disponibles y situados en la Caseta N°4 del Parque de Intemperie.

14. OBRA CIVIL

14.1. OBRA CIVIL EXISTENTE

- Una (1) bancada para colocación del nuevo transformador de potencia.
- Parte de las canaletas de hormigón destinadas al tendido de cables de mando, medida, protección y control.

14.2. OBRA CIVIL A REALIZAR

➤ Elementos constructivos

Zapatas y pernos de anclaje

Se utilizará hormigón de resistencia a compresión superior a 25N/mm² a 28 días.

Además de la resistencia mecánica del hormigón, deberá asegurarse el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural según norma.

El hormigón procederá de una planta de fabricación de hormigón, no pudiendo realizarse procedimientos manuales.

Para el hormigonado de zapatas habrá de realizarse el siguiente proceso: una vez efectuada la excavación, se procederá a un encofrado perimetral resistente y estanco para soportar la carga y el empuje de hormigón fresco sin acusar deformaciones, especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado. Los encofrados podrán ser de madera o moldes metálicos, procediendo en cualquier caso a su limpieza y humidificación antes del vertido del hormigón.

Se uniformizará la base de la zapata mediante una capa de hormigón de limpieza de 10cm de espesor. Sobre dicha capa se colocarán separadores de 5cm mínimo para, a continuación, colocar sobre los mismos la parrilla metálica.



Se colocarán los conjuntos de pernos de anclaje perfectamente nivelados e inmobilizados con caballetes o “pie de pato”. Seguidamente, se procederá al vertido y vibrado del hormigón hasta el nivel del terreno (cota -0,2), constituyendo la primera fase del hormigonado.

Toda la longitud roscada del perno quedará libre y accesible, de forma que se posibilite el montaje y nivelación de la estructura correspondiente, partiendo ésta desde la cota (-0,15).

Una vez que la estructura esté completamente nivelada y fija, se procederá al hormigonado de la segunda fase hasta alcanzar la cota (+0,15), realizándose, por último, la “punta de diamante” (la cota $\pm 0,00$ corresponde al terreno de pradera que cubre la zona).

Acero para armaduras

Tendrá un límite elástico aparente igual o superior a 500N/mm^2 .

Tubos en zapatas

Las zapatas deberán alojar los tubos necesarios para el paso de cables a través de la misma, en cantidad, dimensión y situación que se indicará en los planos de montaje y aparellaje.

a) Tubos para cables de tierra

Se utilizarán tubos de polietileno de alta densidad de 90mm de diámetro, liso interior y corrugado exterior.

Con ellos, se evitará que el cable de tierra tenga contacto con el hormigón de la zapata, guiándolo a través de la misma. Por tanto, se colocarán antes del hormigonado de la primera fase, de forma que atravesase desde la cara superior del dado hasta una de las laterales, apareciendo en los extremos.

Los tubos sobresaldrán de la primera fase de hormigonado unos 75mm por la parte lateral y 500mm por la parte superior.

b) Tubos para cables de baja tensión

Se utilizarán tubos de acero galvanizado embutidos en una tubería de PVC o similar para evitar que estén en contacto con el hormigón.

Se colocarán antes que el hormigonado de la segunda fase, terminando en la canaleta de cables.

➤ Construcción de nuevas zapatas



Será necesaria la construcción de las siguientes zapatas de hormigón:

- Seis (6) zapatas de hormigón destinadas al montaje sobre las mismas de los soportes metálicos de los seccionadores pantógrafos.
- Tres (3) zapatas de hormigón destinadas al montaje sobre las mismas de los soportes metálicos de los aisladores de apoyo.
- Tres (3) zapatas de hormigón destinadas al montaje sobre las mismas de los soportes metálicos de los transformadores de intensidad.
- Tres (3) zapatas de hormigón destinadas al montaje sobre las mismas de los soportes metálicos del interruptor automático.
- Tres (3) zapatas de hormigón para el montaje del soporte del pararrayos.

➤ **Canaletas para cables de mando, protección, control y medida**

En los casos necesarios, se utilizarán canaletas construidas mediante bloques y cubierta de hormigón prefabricado, de dimensiones no inferiores a 410x310mm.

➤ **Canalización subterránea para cables de 20kV**

Estará formada por tres tubos de polietileno de alta densidad, corrugado exterior y liso interior, de diámetro exterior 200mm e interior 182mm, embebidos en una masa de hormigón.

En el cruzamiento de la calle la sección de la canalización será totalmente de hormigón en masa, con una altura total de 1.250mm, incluida una capa de aglomerado asfáltico de 100mm, y su anchura será de 830mm. La distancia desde la superficie a la capa de tubos en su parte superior será de 1.000mm, la distancia entre tubos 50mm, y la distancia entre extremos de la sección de la canalización y el tubo de 65mm.

En el cruzamiento con una zona ajardinada, la sección de canalización estará formada por un dado de hormigón en masa que embeberá los tres tubos, con las mismas distancias entre tubos y entre tubo-extremo de la sección que en el caso anterior. La distancia de la capa de tubos a la base de hormigón de la canalización será de 50mm. La altura de la sección de hormigón será de 450mm, continuando con tierra apisonada hasta la superficie. La altura total de la canalización será de 1.050mm, y la distancia desde la superficie a la capa de tubos en su parte superior será de 800mm.

El cruzamiento con la acera del edificio tendrá las mismas dimensiones que la anterior, con la salvedad de que sobre el dado de hormigón se tendrá un lecho de zahorra apisonada de 250mm,



sobre el cual se extenderá una capa de hormigón en masa de 300mm de espesor, rematado en la superficie con baldosa similar a la existente.

➤ **Muro cortafuegos entre fosos de transformadores**

Se construirá un muro cortafuegos de separación de recintos entre los transformadores T-7 y el nuevo T-9, en alineación con el pie de pórtico existente.

Para el asentamiento del muro se construirá una cimentación corrida en hormigón armado en la divisoria entre los fosos para transformador de reserva y para el nuevo transformador T-9.

El propio muro estará formado por dos pilares externos de hormigón armado y placas alveolares prefabricadas de hormigón, con una resistencia al fuego RF-120, encajadas en dichos pilares extremos y en los perfiles de acero estructural que conforma el pie de pórtico existente. Los volúmenes libres del pórtico, limitados por perfiles de acero estructural, se rellenarán con hormigón armado.

Las dimensiones del muro serán 6.000x6.000mm.

➤ **Zanjas para el tendido de cables de puesta a tierra y de tubos de acero para cables de mando, control, etc.**

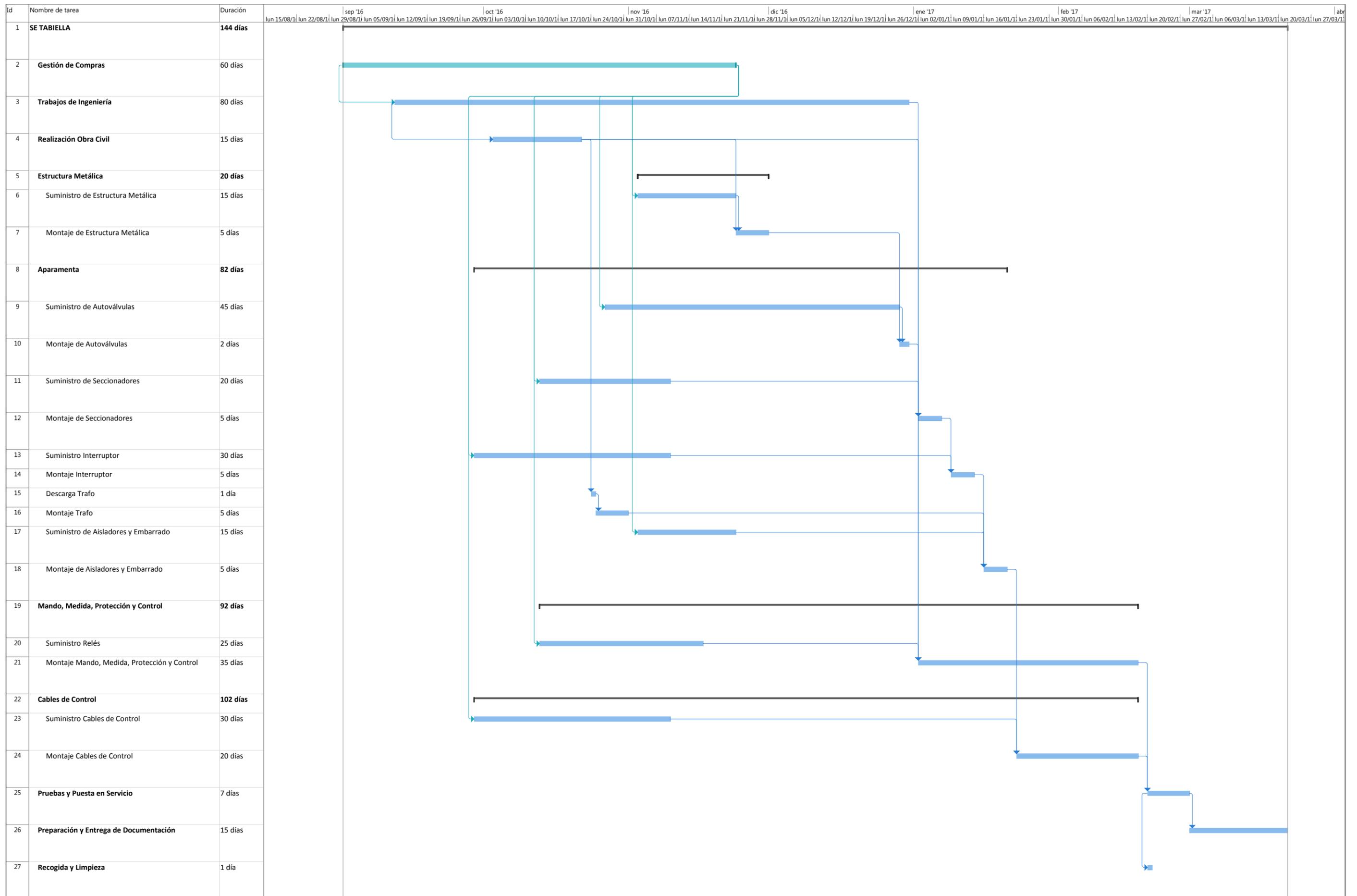
Será necesario realizar zanjas en el terreno para el tendido de cables de puesta a tierra y conexión con la malla existente, así como para el tendido de los tubos de acero que parten de las cajas de mando o de bornes del aparellaje y finalizan en las canaletas de hormigón para cables de mando, control, etc.

Dichas zanjas tendrán unas dimensiones de, aproximadamente, 200x600mm (ancho x fondo) para los cables de tierra, y de 200x250mm (ancho x fondo) para las tuberías de acero.

Una vez tendidos los cables y tuberías, se rellenarán las zanjas con los sobrantes y tierra vegetal en la parte superior, con sembrado de pradera.

15. PLANIFICACIÓN

El plazo de ejecución del presente Proyecto asciende a 144 días.





16. PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto de Ampliación de la Subestación de Tabiella con la colocación de un nuevo transformador 132/20kV y 50MVA incluye la obra civil y la propia posición de transformador, así como el estudio de seguridad y salud, ascendiendo a la cantidad de UN MILLÓN SESENTA MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON NOVENTA Y NUEVE EUROS.

17. BIBLIOGRAFÍA

- Curso de Especialista en Proyecto y Construcción de Infraestructuras Eléctricas de Alta Tensión (Red Eléctrica Española, Universidad Pontificia de Comillas, Madrid)
- Timoshenko, T., Young, D.H. (1966) *Elementos de resistencia de materiales*, 4ª Edición, Barcelona (España), Montaner y Simón, S.A.
- Informe de tensiones de paso y contacto, medidas comprobativas (1991). Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.
- Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones posteriores.
- Estudio de Gestión de Residuos de CYPE.



ANEXO:
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



ÍNDICE

1.	HIPÓTESIS DE CÁLCULO	3
1.1.	MAGNITUDES ELÉCTRICAS	3
1.2.	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS TRANSFORMADOR 132/20kV	4
1.3.	DATOS DE CORTOCIRCUITO.....	4
2.	CÁLCULO DE POTENCIAS E INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	5
2.1.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE 132kV	5
2.2.	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE 20kV	6
3.	COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO	6
3.1.	DISTANCIAS	6
3.2.	PASILLOS Y CALLES DE SERVICIO.....	9
3.3.	ZONAS ACCESIBLES.....	9
4.	CÁLCULO DE EMBARRADOS	10
4.1.	SELECCIÓN DE CONDUCTORES.....	10
4.2.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS TUBOS.....	11
4.2.1.	INTENSIDAD DE RÉGIMEN PERMANENTE QUE ADMITE EL TUBO PARA EL CALENTAMIENTO MÁXIMO ADMISIBLE	11
4.2.2.	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA QUE ADMITE EL TUBO DURANTE UN TIEMPO DETERMINADO SIN SUPERAR LA TEMPERATURA LÍMITE.....	12
4.2.3.	TENSIÓN MECÁNICA MÁXIMA EN EL TUBO	12
4.2.4.	ESFUERZOS DE ORIGEN TÉRMICO	15
4.2.5.	FLECHA DEL TUBO	16
4.2.6.	CÁLCULO DE ESFUERZOS SOBRE AISLADORES DE APOYO	16
4.3.	TABLAS Y GRÁFICOS DE APLICACIÓN.....	17
4.4.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS EMBARRADOS.....	20
4.4.1.	EMBARRADO EN EL LADO DE 132kV	20
4.4.2.	EMBARRADO EN EL LADO DE 20kV	25
5.	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	30
5.1.	CRITERIOS DE CÁLCULO.....	30
5.2.	VALOR DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.....	30
5.3.	TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES	30
5.4.	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	32
5.5.	EVALUACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO.....	33
5.6.	CONCLUSIÓN	38



1. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

1.1. MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño de la instalación se han adoptado las siguientes magnitudes eléctricas, que son las que poseen los sistemas de 132 y 20kV de HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.:

➤ Instalación de 132kV

• Tensión nominal (Un)	132kV
• Tensión más elevada para el material (Um)	145kV
• Frecuencia	50Hz
• ¹ Intensidad máxima de cortocircuito tripolar en el lugar de la instalación	20kA
• Intensidad máxima de defecto a tierra en el lugar de la instalación	25kA
• Sistema neutro	Rígido a tierra
• Tiempo de disparo ante defecto tripolar	0,5s
• Tiempo de disparo ante defecto homopolar	0,5s
• ² Línea de fuga mínima para aisladores	4.495mm (31mm/kV)

¹ Ver Apartado 1.3

² Ver Tabla 1. A efectos de cálculo se toma la tensión más elevada para el material.

➤ Instalación de 20kV

• Tensión nominal (Un)	20kV
• Tensión de servicio	22kV
• Tensión más elevada para el material (Um)	24kV
• Frecuencia	50Hz
• Intensidad de cortocircuito tripolar en bornes de 20kV del Trafo 132/20kV-50MVA considerando potencia infinita en el primario a 132kV	10kA
• Tiempo máximo de permanencia de la falta	2s
• Intensidad máxima de defecto a tierra	500A



- Tiempo de permanencia de un defecto 0,6s
- Sistema de neutro: Puesta a tierra mediante resistencia de 250Ω (por unidad de transformador) que limita la corriente a 500A
- ²Línea de fuga mínima para aisladores 774mm (31mm/kV)

Tabla 1. Líneas de fuga recomendadas (ITC-LAT-07, Tabla 14)

Nivel de contaminación	Ejemplos de entornos típicos	Línea de fuga específica nominal mínima mm/kV ¹
I Ligero	- Zonas sin industrias y con baja densidad de viviendas equipadas con calefacción. - Zonas con baja densidad de industrias o viviendas, pero sometidas a viento o lluvias frecuentes. - Zonas agrícolas ² - Zonas montañosas - Todas estas zonas están situadas al menos de 10 km a 20 km del mar y no están expuestas a vientos directos desde el mar ³	16,0
II Medio	- Zona con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción. - Zonas con elevada densidad de viviendas y/o industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvia. - Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa (al menos distantes bastantes kilómetros) ³ .	20,0
III Fuerte	- Zonas con elevada densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con elevada densidad de calefacción generando contaminación. - Zonas cercanas al mar o en cualquier caso, expuestas a vientos relativamente fuertes provenientes del mar ³).	25,0
IV Muy fuerte	- Zonas, generalmente de extensión moderada, sometidas a polvos conductores y a humo industrial que produce depósitos conductores particularmente espesos. - Zonas, generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos muy fuertes y contaminados desde el mar. - Zonas desérticas, caracterizadas por no tener lluvia durante largos periodos, expuestas a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sometidas a condensación regular.	31,0

¹ Línea de fuga mínima de aisladores entre fase y tierra relativas a la tensión más elevada de la red (fase-fase)
² Empleo de fertilizantes por aspiración o quemado de residuos, puede dar lugar a un mayor nivel de contaminación por dispersión en el viento.
³ Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento.

1.2. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS TRANSFORMADOR 132/20kV

- Potencia nominal 50MVA
- Reactancia de cortocircuito 132/20kV 12,1%

1.3. DATOS DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito es, según simulaciones desarrolladas por el Departamento de Subestaciones de HCDE, S.A.U. para la red asturiana de EDP, y suponiendo un escenario de máxima demanda y máxima generación, para el año 2011, de 17,10kA en el caso de corriente



trifásica (a considerar en el caso de defectos electrodinámicos) y de 13,16kA en el caso de corriente monofásica (para el caso de defectos a tierra).

Hasta el año 2011, en Hidroeléctrica del Cantábrico se empleaba una tasa anual de crecimiento para las potencias de cortocircuito trifásicas máximas igual al 1%; valor incluido en el Plan Director 2007-2011. Este valor, calculado a finales de los años 90, es muy próximo al valor de la tasa anual media de crecimiento de la potencia máxima de cortocircuito trifásica que se experimentó en el periodo 1996-2000.

A partir de 2011, en base a los cálculos realizados por el Departamento de Subestaciones, se cambió la tasa anual de crecimiento correspondiente a las potencias de cortocircuito trifásicas máximas que se emplea para cálculo y diseño de instalaciones a 0,3%. Este valor del se obtiene como un valor medio entre 0,48 y 0,12, valores de las tasas anuales de crecimiento de la potencia de cortocircuito máxima correspondientes a los periodos 1996-2007 y 1996-2010, respectivamente.

Recalculando el dato inicial al año 2016, y suponiendo un crecimiento de la corriente de cortocircuito del 0,3%, para una vida útil de 40 años, es decir, tomando como horizonte el año 2056, los niveles de falta considerados serían los siguientes:

Tabla 2. Corrientes de cortocircuito para una vida útil del transformador de 40 años

Monofásica (kA)	Trifásica (kA)
15,06	19,57

2. CÁLCULO DE POTENCIAS E INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.1. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE 132kV

Tal y como se recoge en el Apartado 1.3, la intensidad de cortocircuito para el año 2.056 resulta de 19,57kA.

Se procede a calcular la potencia de cortocircuito de acuerdo a dicho valor, obteniéndose, por lo tanto:

$$P_{CC} = \sqrt{3} \cdot I_{cc} \cdot U_N = \sqrt{3} \cdot 19,57 \cdot 132 = \mathbf{4.474,30 \text{ MVA}}$$



$$I_{CC} = 19,57 \text{ kA}$$

$$I_{din} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 19,57 = 49,82 \text{ kA}_{cr}$$

2.2. CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE 20kV

Para determinar los esfuerzos a los que se verá sometido el nuevo embarrado de transición del vano aéreo a cable asilado se calcula la corriente de cortocircuito tripolar del secundario del nuevo transformador para el caso más desfavorable de reactancia de cortocircuito (12,1 %), tomando como base el último transformador de la misma potencia instalado por HCDE, concretamente en la SE Gijón Norte.

Asumiendo dicho valor, se obtiene el peor escenario posible para la corriente de cortocircuito.

$$P_{CC} = \frac{S_{base}}{X} = \frac{50}{0,121} = 413 \text{ MVA}$$

Lo que supone una corriente de cortocircuito:

$$I_{CC} = \frac{413}{20 \cdot \sqrt{3}} = 11,9 \text{ kA}$$

$$I_{din} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot 11,9 = 30,29 \text{ kA}_{cr}$$

3. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Para la realización del proyecto, se han tenido en cuenta las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 12 e ITC-RAT 15, a fin de determinar las distancias en el aire entre elementos en tensión, y entre éstos y las estructuras metálicas a considerar en los campos proyectados.

3.1. DISTANCIAS

➤ Instalación de 132kV

Tal y como se recoge en el Apartado 1.1, la tensión más elevada del material (U_m) resulta de 145kV para la instalación de 132kV.

Según la ITC-RAT 12, la instalación pertenece al Grupo B (*Tensión más elevada del material mayor de 36kV y menor o igual de 245kV*).



La Tabla 3 especifica los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada, así como las distancias mínimas de aislamiento en aire, entre fases y entre cualquier fase a tierra para instalaciones del Grupo B:

Tabla 3. Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo B (ITC-RAT-12, Tabla 2)

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV de cresta)	Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)
52	95	250	480
72,5	140	325	630
123	185	450	900
145	230	550	1100
	275	650	1300
170	230	550	1100
	275	650	1300
	325	750	1500
245	325	750	1500
	360	850	1700
	395	950	1900
	460	1050	2100

- Tensión soportada nom. a frec. ind. (50Hz,1min) 275kV_{ef}
- Tensión soportada nom. a impulso tipo rayo 650kV_{cr}

En base a estos valores, se establecen las siguientes distancias mínimas:

- Fase-Tierra en el aire 1.300mm
- Fase-Fase en el aire 1.300mm

Las distancias fijadas en este proyecto, de acuerdo a las distancias existentes en el parque, y atendiendo a criterios de mantenimiento de la instalación, son:

- Distancia Fase-Tierra en el aire desde el eje de la barra 2.390mm
- Distancia Fase-Fase en el aire entre ejes de embarrados 3.000mm

Aun teniendo en cuenta el diámetro de embarrados, piezas de conexión, carcasas de aparellaje, etc., resultan muy superiores a las reglamentarias.

➤ **Instalación de 20kV**

En el caso de la instalación de 20kV, la tensión más elevada del material (U_m) resulta de 24kV.



Según la ITC-RAT 12, la instalación pertenece al Grupo A (*Tensión más elevada del material mayor de 1kV y menor o igual de 36kV*).

La Tabla 4 especifica los niveles de aislamiento nominales asociados con los valores normalizados de la tensión más elevada, así como las distancias mínimas de aislamiento en aire, entre fases y entre cualquier fase a tierra para instalaciones del Grupo A.

De acuerdo a la norma, y atendiendo a requerimientos de alto grado de seguridad, se utilizará el material correspondiente a la Lista 2:

Tabla 4. Niveles de aislamiento nominales para materiales del Grupo A (ITC-RAT-12, Tabla 1)

TENSIÓN MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL (Um) (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A FRECUENCIA INDUSTRIAL (kV eficaces)	TENSIÓN SOPORTADA NOMINAL A LOS IMPULSOS TIPO RAYO (kV cresta)		Distancia mínima de aislamiento en aire fase a tierra y entre fases (mm)			
		Lista 1	Lista 2	Lista 1		Lista 2	
				instalación en interior	instalación en exterior	instalación en interior	instalación en exterior
3,6	10	20		60	120		
			40			60	120
7,2	20	40		60	120		
			60			90	120
12	28	60		90	150		
			75			120	150
17,5	38	75		120	160		
			95			160	160
24	50	95		160	160		
			125			220	220
			145			270	270
36	70	145		270	270		
			170			320	320

- Tensión soportada nom. a frec. ind. (50Hz, 1min) 50kV_{ef}
- Tensión soportada nom. a impulso tipo rayo 125kV_{cr}

En base a estos valores, se establecen las siguientes distancias mínimas:

- Fase-Tierra en el aire 220mm
- Fase-Fase en el aire 220mm

Las distancias que se fijan en este proyecto, de acuerdo a las distancias existentes en el parque, y atendiendo a criterios de mantenimiento de la instalación, son:



- Distancia Fase-Tierra en el aire desde el eje de la barra 700mm
- Distancia Fase-Fase en el aire entre ejes de embarrados 550mm

Nuevamente, estas distancias resultan muy superiores a las exigidas teniendo en cuenta el diámetro de embarrados, piezas de conexión, carcasas de aparellaje, etc.

3.2. PASILLOS Y CALLES DE SERVICIO

De acuerdo con la ITC-RAT 15, los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a:

$$H = 250 + d$$

Siendo d la distancia, expresada en centímetros, obtenida de la Tabla 3 y Tabla 4, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

En este caso concreto, tal y como se recoge en el apartado anterior, dichas distancias son de 130cm para la tensión de 132kV y de 22cm para la tensión de 20kV.

Por lo tanto:

- **Instalación de 132kV**

$$H = 250 + 130 = 380 \text{ cm} = 3.800 \text{ mm}$$

- **Instalación de 20kV**

$$H = 250 + 22 = 272 \text{ cm} = 2.720 \text{ mm}$$

Las distancias fijadas en este proyecto, de acuerdo a las distancias existentes en el parque, y atendiendo a criterios de mantenimiento de la instalación, son 7.778mm desde el eje del embarrado para la tensión de 132kV y 4.680mm al eje de barras para la tensión de 20kV, cumpliéndose, por tanto, con las especificaciones de la norma.

3.3. ZONAS ACCESIBLES

Al tratarse de una instalación de exterior, accesible, ha de cumplirse con lo especificado en la ITC-RAT 15 en lo referente a zonas accesibles:



“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 230cm. En el caso en que dicha altura sea menor de 230cm será necesario establecer sistemas de protección.”

Las alturas adoptadas en este proyecto son, en cualquier caso, superiores a 230cm, no siendo necesario el uso de protecciones adicionales.

4. CÁLCULO DE EMBARRADOS

En este apartado se calculan los esfuerzos a los que estarán sometidos los embarrados rígidos de la subestación.

Al tratarse de una ampliación, los embarrados generales 132kV ya existen en el parque.

4.1. SELECCIÓN DE CONDUCTORES

➤ Embarrado de 132kV

El embarrado correspondiente a la salida de AT se construirá con tubo de aleación de aluminio extruido de las siguientes características:

- Tubo de aleación de Al por fase de 120mm de diámetro exterior y 104mm de diámetro interior
- Espesor de la pared:

$$e = \frac{D_{ext} - D_{int}}{2} = \frac{120 - 104}{2} = 8 \text{ mm}$$

- Intensidad máxima que circulará para un transformador de 50 MVA:

$$I = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 132} = 218,69 \text{ A}$$

- Intensidad de régimen permanente máxima admisible por el tubo (desnudo en exterior):

$$I_{adm} = 2.700 \text{ A}$$

➤ Embarrado de 20kV

El embarrado correspondiente a la salida de MT se construirá con tubo de cobre de las siguientes características:



- Tubo de Cu por fase de 63mm de diámetro exterior y 55mm de diámetro interior
- Espesor de la pared:

$$e = \frac{D_{ext} - D_{int}}{2} = \frac{63 - 55}{2} = 4 \text{ mm}$$

- Intensidad máxima que circulará para un transformador de 50 MVA:

$$I = \frac{50.000}{\sqrt{3} \cdot 20} = 1.443 \text{ A}$$

- Intensidad de régimen permanente máxima admisible por el tubo (pintado en intemperie):

$$I_{adm} = 1.700 \text{ A}$$

4.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LOS TUBOS

La selección de los tubos se realiza en función de los esfuerzos debidos al cortocircuito que se calculan según la norma UNE-EN 60865-1 (CEI 865), cuyas gráficas y tablas se recogen en el Apartado 4.3.

En el proceso intervienen los factores que se enumeran a continuación.

4.2.1. INTENSIDAD DE RÉGIMEN PERMANENTE QUE ADMITE EL TUBO PARA EL CALENTAMIENTO MÁXIMO ADMISIBLE

Para los tubos seleccionados se obtienen, a partir de las características técnicas proporcionadas por los suministradores, las siguientes corrientes admisibles respecto a la corriente máxima que se prevé que circule por los mismos.

Nivel de tensión (kV)	$I_{m\acute{a}x}$ (A)	Tubo (mm)	$I_{adm.}$ a 65°C (A)
132	218,69	120/104	2.700
20	1.443	63/55	1.700



4.2.2. CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO MÁXIMA QUE ADMITE EL TUBO DURANTE UN TIEMPO DETERMINADO SIN SUPERAR LA TEMPERATURA LÍMITE

Para una temperatura inicial del tubo de 65°C y final de 200°C, se obtiene, según la ITC-RAT-13, Apartado 3.1, el valor asignado de densidad de corriente soportada de corta duración (S_{er}), que es de 160 A/mm² para el Cu y 100 A/mm² para el Al.

4.2.3. TENSIÓN MECÁNICA MÁXIMA EN EL TUBO

Para el cálculo de la tensión máxima a la que están sometidos los tubos se consideran los siguientes esfuerzos:

➤ Acción del viento

Según el ITC-LAT 07 (Apartado 3.1.2), se considera un viento horizontal de 120 km/h de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide. La acción de este viento da lugar a una presión de 70 kg/m² al actuar sobre superficies cilíndricas.

Por tanto:

$$F_{vc} = 70 \cdot d \cdot l(kg)$$

Donde:

d: diámetro exterior del conductor (m)

l: longitud del vano considerado (m)

➤ Acciones por el peso propio del conductor

$$F_{pc} = p_c \cdot l(kg)$$

Donde:

p_c: peso propio del conductor por unidad de longitud (kg/m)

l: longitud del vano considerado (m)

➤ Acciones por manquito de hielo



Según ITC-LAT 07, en el punto 3.1.3 de la misma (*Sobrecargas motivadas por el hielo*) el proyecto se enmarca en la Zona A, situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

Por este motivo, no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.

➤ Acciones por cortocircuito

Según la norma UNE-EN 60865-1, la tensión en conductores rígidos debido a los esfuerzos de flexión viene dada por la expresión siguiente (Fórmula 9, UNE-EN 60865-1):

$$\sigma_m = 100 \cdot V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_d \cdot l}{8 \cdot W} \left(\frac{kg}{cm^2} \right)$$

Donde:

V_σ: factor que considera la frecuencia natural del conductor (ver Figura 1).

V_r: factor que considera los efectos que pudieran originarse ante la eventualidad de un reenganche trifásico (ver Figura 2). En caso de no haber reenganche, se toma el valor 1.

Los factores anteriores vienen dados en función de la relación entre la frecuencia propia y la frecuencia de trabajo.

β: factor que depende del tipo y número de apoyos utilizados (ver Tabla 5)

W: módulo resistente del conductor (cm³)

F_d: fuerza (kg) producida por un cortocircuito bifásico de valor (Fórmula 2, UNE-EN 60865-1):

$$F_d = 0,0204 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_k^2 \cdot \frac{1}{a} \text{ (kg/m)}$$

Donde:

a: distancia entre fases (m)

I_k: corriente de choque (kA), cuyo valor con respecto a la corriente de cortocircuito I_{CC} (kA) es (según Norma CEI 909):



$$I_k = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc} \text{ (kA)}$$

En primer lugar, se calculan los factores V_σ y V_r , para lo cual se debe conocer previamente la relación de frecuencias f_p/f :

f_p : frecuencia propia de oscilación del conductor (Fórmula 16, UNE-EN 60865-1):

$$f_p = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{p_c}} \text{ (Hz)}$$

Donde:

γ : factor estimado de frecuencia natural, dependiendo del tipo y número de soportes (ver Tabla 5)

E : módulo de elasticidad del material considerado (N/mm²)

J : momento de inercia del tubo (cm⁴)

Tras haber obtenido el valor de σ_m , y tal y como se indica en la norma, se asume que el embarrado soportará los efectos de cortocircuito cuando se cumpla la siguiente condición (Fórmula 11, UNE-EN 60865-1):

$$\sigma_m \leq q \cdot R_p$$

Siendo:

q : factor de plasticidad, que depende de la geometría y de la sección del conductor, y que se obtiene de la relación entre el espesor y el diámetro del mismo, (ver Tabla 6)

R_p : límite de fluencia mínimo del tubo (kg/cm²)

Una vez que se cumpla esta condición, se puede afirmar que el tubo elegido y montado con la configuración indicada es capaz de soportar los esfuerzos que puedan originarse por las acciones producidas por el cortocircuito.

Comprobación del esfuerzo total resultante:

La fuerza resultante de los esfuerzos considerados anteriormente, es decir, la debida al peso propio, viento y cortocircuito, considerando todo el vano, viene dada por la siguiente expresión:



$$F_m = \sqrt{F_{pc}^2 + (F_{vc} + F_d \cdot l)^2} \text{ (kg)}$$

El momento flector máximo se expresa por:

$$M_{max} = \frac{F_m \cdot 100 \cdot l}{8} \text{ (kg} \cdot \text{cm)}$$

La tensión de flexión simple viene dada por:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

El coeficiente de seguridad sobre el límite de fluencia del tubo (kg/cm²) será:

$$C_s = \frac{R_p}{\sigma}$$

4.2.4. ESFUERZOS DE ORIGEN TÉRMICO

La intensidad térmica equivalente de cortocircuito viene dada por la siguiente expresión (Fórmula 63, UNE-EN 60865-1):

$$I_{\theta} = 1,8 \cdot I_k \cdot \sqrt{m + n} \text{ (kA)}$$

Siendo:

I_k: corriente trifásica de cortocircuito (kA)

m: coeficiente de disipación relativo a la componente de continua de la corriente de cortocircuito en función del tiempo de duración del defecto (ver Figura 3).

n: coeficiente de disipación relativo a la componente de alterna de la corriente de cortocircuito en función del tiempo de duración del defecto (ver Figura 4). Usualmente, es igual a 1 para red de distribución.

Para el cálculo de dichos coeficientes, se considera un tiempo de duración del defecto de 0,5 segundos para el caso de la tensión 132kV y de 0,6 segundos para el caso de la tensión de 20kV, según criterio propio de HCDE, y la curva de 1,8 (coeficiente para la obtención del valor de cresta de la intensidad de cortocircuito, para el caso de transformadores de distribución).

La norma asume que el embarrado soportará esfuerzos térmicos si se cumple la siguiente condición (Fórmula 66a, UNE-EN 60865-1):



$$I_{\theta} \leq I_{\theta r}$$

Siendo $I_{\theta r}$ el valor máximo de la corriente de cortocircuito admisible, tomando 65°C como temperatura inicial de barras y 200°C como la máxima temperatura que se puede alcanzar en un momento dado, y cuyo valor se obtiene de la densidad de corriente 160A/mm² para el Cu y 100A/mm² para el Al.

4.2.5. FLECHA DEL TUBO

Considerando el vano mayor del embarrado como viga prismática simple apoyada en los extremos, con carga uniformemente repartida (su propio peso), la flecha máxima del tubo será (Timoshenko, 1966):

$$f_c = \frac{5 \cdot p_c \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J} \text{ (cm)}$$

Dicha flecha deberá ser menor que la flecha máxima admisible de $l(\text{cm})/200$ (criterio habitual de HCDE, S.A.U.).

4.2.6. CÁLCULO DE ESFUERZOS SOBRE AISLADORES DE APOYO

La reacción en cada apoyo del tubo se calcula para la resultante de las fuerzas que actúan sobre el mismo, según la siguiente expresión (Fórmula 15, UNE-EN 60865-1):

$$R = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_m \text{ (kg)}$$

Donde:

F_m: esfuerzo total resultante (kg) calculado anteriormente, para el vano más desfavorable

α: constante que depende del tipo de apoyo (ver Tabla 5)

V_F: factor que considera la relación entre las fuerzas dinámicas y estáticas ejercidas sobre los soportes (ver Tabla 7). Toma el valor 1 si no hay reenganche.

V_r: factor que considera los efectos que pudieran originarse ante la eventualidad de un reenganche trifásico (ver Figura 2). En caso de no haber reenganche, se toma el valor 1.



Este valor deberá estar por debajo de la carga de rotura a flexión máxima que da el aislador en función de sus características, por lo que se selecciona de acuerdo a las características proporcionadas por los suministradores:

Nivel de tensión (kV)	Tipo de aislador	Carga de rotura a flexión (N)
132	C8-650	8.000 N
20	C8-125	8.000 N

4.3. TABLAS Y GRÁFICOS DE APLICACIÓN

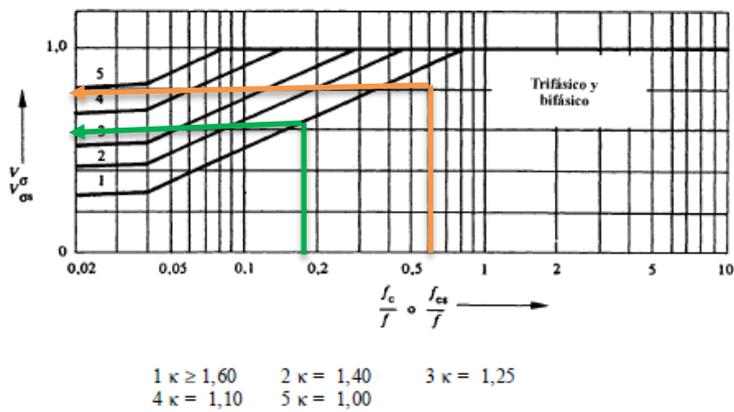


Figura 1. Factores V_{σ} , $V_{\sigma s}$ a usar en los casos de cortocircuitos trifásicos y bifásicos (Fig.4, UNE-EN 60865-1)

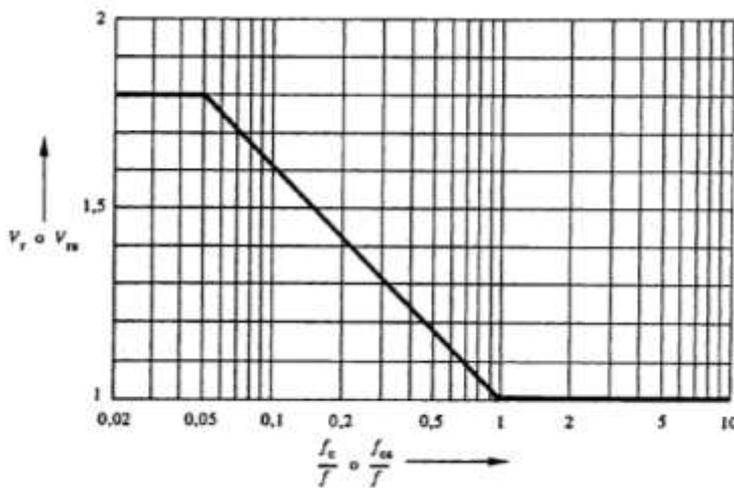


Figura 2. Factores V_r , V_{rs} a usar en el caso de reenganche automático trifásico (Fig.5, UNE-EN 60865-1)

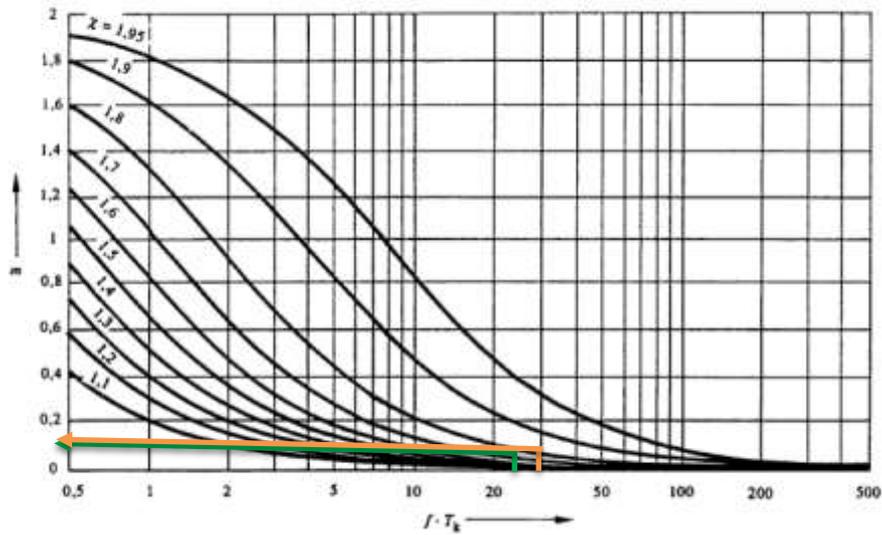


Figura 3. Factor m, disipación térmica correspondiente a la componente de corriente continua en sistemas trifásicos y monofásicos (Fig.12a, UNE-EN 60865-1)

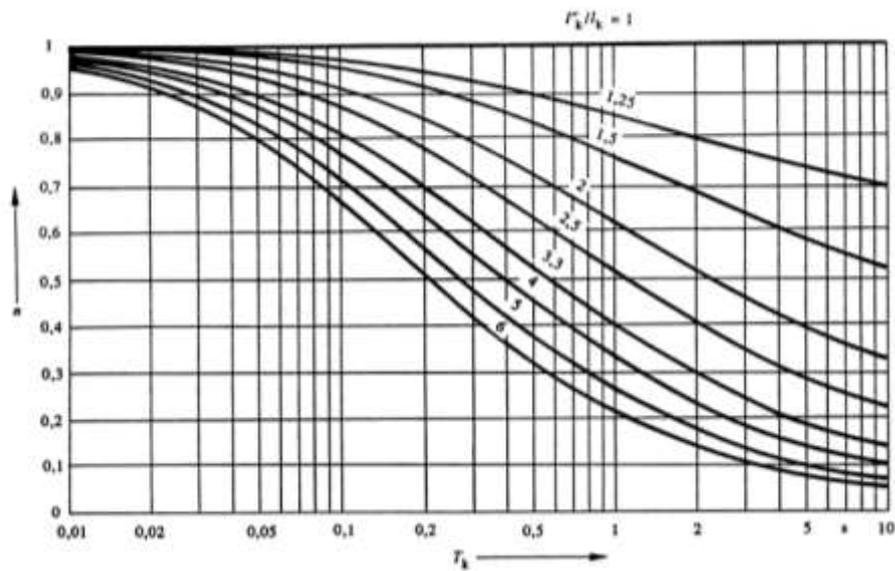
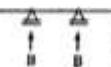


Figura 4. Factor n, disipación térmica correspondiente a la componente de corriente alterna en sistemas trifásicos y, aproximadamente, para sistemas monofásicos (Fig.12b, UNE-EN 60865-1)

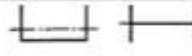
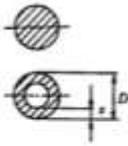
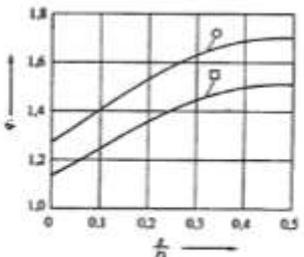


Tabla 5. Factores α , β y γ para diferentes disposiciones de apoyos de embarrados (Tabla 3, UNE-EN 60865-1)

Tipo de viga y de soporte		Factor α	Factor β^*	Factor γ
Vigas de un solo vano	A y B: soportes simples 	A: 0,5 B: 0,5	1,0	1,57
	A: soporte empotrado B: soporte simple 	A: 0,625 B: 0,375	0,73	2,45
	A y B: soportes empotrados 	A: 0,5 B: 0,5	0,5	3,56
Vigas continuas con soportes equidistantes	Dos vanos 	A: 0,375 B: 1,25	0,73	2,45
	Tres o más vanos 	A: 0,4 B: 1,1	0,73	3,56

* Se incluyen los efectos de plasticidad

Tabla 6. Factor q (Tabla 4, UNE-EN 60865-1)

Sección	Sección
 <p>$q = 1,5$</p>	 <p>$q = 1,83$</p>
	 <p>$q = 1,19$</p>
 <p>$q = 1,7$</p> <p>$q = 1,7 \frac{1 - (1 - 2a/D)^3}{1 - (1 - 2a/D)^4}$</p> <p>$q = 1,5 \frac{1 - (1 - 2a/D)^3}{1 - (1 - 2a/D)^4}$</p>	

q es válido para el eje de flexión dibujado en línea discontinua. Las fuerzas son perpendiculares a este eje.



Tabla 7. Valores máximos posibles de V_{σ} , V_r , $V_{\sigma s}$, $V_{r s}$, V_F , V_r (Tabla 2, UNE-EN 60865-1)

Tipo de construcción	Sistema		
	Sin resengache automático trifásico	Con resengache automático trifásico	Con y sin resengache automático trifásico
	$F_1, F_2, F_{\sigma}, F_{\sigma s}$	$F_1, F_2, F_{\sigma}, F_{\sigma s}$	F_1, F_2
Bifásico	1,0	-	<p>2,0 para $\frac{\sigma_{tot}}{0,8 R_{p0,2}} \leq 0,5$ ①</p> <p>$\frac{0,8 R_{p0,2}}{\sigma_{tot}}$ para $0,5 < \frac{\sigma_{tot}}{0,8 R_{p0,2}} \leq 1,0$ ②</p> <p>1,0 para $1,0 \leq \frac{\sigma_{tot}}{0,8 R_{p0,2}}$ ③</p>
Trifásico	1,0	1,8	<p>2,7 para $\frac{\sigma_{tot}}{0,8 R_{p0,2}} \leq 0,370$ ①</p> <p>$\frac{0,8 R_{p0,2}}{\sigma_{tot}}$ para $0,370 < \frac{\sigma_{tot}}{0,8 R_{p0,2}} \leq 1,0$ ②</p> <p>1,0 para $1,0 \leq \frac{\sigma_{tot}}{0,8 R_{p0,2}}$ ③</p>

4.4. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS EMBARRADOS

En el Apartado 4.3 se pueden observar los valores de los coeficientes obtenidos de las tablas y gráficos de la normativa para el caso del embarrado de 132kV (verde) y de 20kV (naranja).

4.4.1. EMBARRADO EN EL LADO DE 132kV

Tensión mecánica máxima en el tubo

➤ Acción del viento

d: diámetro exterior del conductor = 120mm

l: longitud del vano considerado = 5,60m (según plano)

$$F_{vc} = 70 \cdot d \cdot l = 47,04 \text{ kg}$$



➤ Acciones por el peso propio del conductor

p_c : peso propio del conductor por unidad de longitud = 7,63kg/m

l : longitud del vano considerado = 5,60m (según plano)

$$F_{pc} = p_c \cdot l(kg) = 42,72 \text{ kg}$$

➤ Acciones por cortocircuito

f_p : frecuencia propia de oscilación del conductor:

γ : factor estimado de frecuencia natural, dependiendo del tipo y número de soportes (ver Tabla 5) = 1,57

E : módulo de elasticidad del material considerado = 6.500kp/mm² = 63.700N/mm²

J : momento de inercia del tubo = 443,62cm⁴

$$f_p = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{p_c}} = 9,64 \text{ Hz}$$

f_p/f : relación de frecuencias (entrada a Figura 1 y Figura 2):

$$\frac{f_p}{f} = \frac{9,64}{50} = 0,19$$

V_σ : factor que considera la frecuencia natural del conductor (ver Figura 1) = 0,60

V_r : factor que considera los efectos que pudieran originarse ante la eventualidad de un reenganche trifásico (ver Figura 2). En este caso, al no haber reenganche, se toma el valor 1.

β : factor que depende del tipo y número de apoyos utilizados (ver Tabla 5) = 1,00

W : módulo resistente del conductor = 73,94cm³

F_d : fuerza (kg) producida por un cortocircuito bifásico de valor (Fórmula 2, UNE-EN 60865-1):

a : distancia entre fases = 3m (ver Apartado 3.1)



I_k : corriente de choque (kA), cuyo valor con respecto a la corriente de cortocircuito I_{cc} (kA) es (según Norma CEI 909):

$$I_k = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc} = 49,82 \text{ kA}$$

$$F_d = 0,0204 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_k^2 \cdot \frac{1}{a} = 14,61 \text{ kg/m}$$

Por tanto, la tensión en conductores rígidos debido a los esfuerzos de flexión, para el caso de 132kV, será:

$$\sigma_m = 100 \cdot V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_d \cdot l}{8 \cdot W} = 8,30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Tras haber obtenido el valor de σ_m , se asume que el embarrado soportará los efectos de cortocircuito cuando se cumpla la siguiente condición:

$$\sigma_m \leq q \cdot R_p$$

q : factor de plasticidad, que depende de la geometría y de la sección del conductor, y que se obtiene de la relación entre el espesor y el diámetro del mismo, (ver fórmula Tabla 6):

$$q = 1,7 \cdot \frac{1 - \left(1 - \frac{2e}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - \frac{2e}{D}\right)^4} = 1,36$$

R_p : límite de fluencia mínimo del tubo = 2.500kg/cm²

$$q \cdot R_p = 3.403,62 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es decir,

$$8,30 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 3.403,62 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como se verifica la condición, se puede afirmar que el tubo elegido es capaz de soportar los esfuerzos que puedan originarse por las acciones producidas por el cortocircuito. Por lo tanto, el diseño es válido.

Comprobación del esfuerzo total resultante:



$$F_m = \sqrt{F_{pc}^2 + (F_{vc} + F_d \cdot l)^2} = 135,78 \text{ kg}$$

$$M_{max} = \frac{F_m \cdot 100 \cdot l}{8} = 9.504,50 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} = 128,55 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad sobre el límite de fluencia del tubo (tomando su valor máximo, de 3.000 kg/cm²) para el tubo será:

$$C_s = \frac{R_p}{\sigma} = 23,34$$

Valor superior a 1,5 (criterio adoptado por HCDE, S.A.U.). Por tanto, se vuelve a verificar la validez del diseño.

Esfuerzos de origen térmico

I_k: corriente trifásica de cortocircuito = 19,57 kA

Tal y como se indica en el Apartado 4.2.4, para el cálculo de los coeficientes *m* y *n*, se considera un tiempo de duración del defecto de 0,5 segundos para el caso de la tensión 132 kV, y la curva de 1,8 (coeficiente para la obtención del valor de cresta de la intensidad de cortocircuito, para el caso de transformadores de distribución):

f · T_k: valor constante de entrada a Figura 3:

$$f \cdot T_k = 50 \cdot 0,5 = 25$$

m: coeficiente de disipación relativo a la componente de continua de la corriente de cortocircuito en función del tiempo de duración del defecto (ver Figura 3) = 0,1

n: coeficiente de disipación relativo a la componente de alterna de la corriente de cortocircuito en función del tiempo de duración del defecto (ver Figura 4). Es igual a 1 para red de distribución.

Por tanto, la intensidad térmica equivalente será:

$$I_{\theta} = 1,8 \cdot I_k \cdot \sqrt{m + n} = 36,95 \text{ kA}$$



El valor máximo de la corriente de cortocircuito admisible ($I_{\theta r}$), tomando 65°C como temperatura inicial de barras y 200°C como la máxima temperatura que se puede alcanzar en un momento dado, teniendo en cuenta que la densidad de corriente para el aluminio es de 100A/mm², y que la sección del conductor es de 2.815 mm², es el siguiente:

$$I_{\theta r} = 100 \cdot \frac{2.815}{1.000} = 281,49 \text{ kA}$$

Es decir, se verifica la condición establecida por la norma:

$$I_{\theta} \leq I_{\theta r}$$

$$36,95 \text{ kA} \leq 281,49 \text{ kA}$$

Por lo tanto, se verifica la validez del diseño.

Flecha del tubo

$$f_c = \frac{5 \cdot p_c \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J} = 0,34 \text{ cm}$$

La flecha máxima admisible es, según criterio de HCDE, S.A.U.:

$$\frac{l(\text{cm})}{200} = 2,8 \text{ cm}$$

Por lo tanto, al ser menor la flecha del tubo que la máxima admisible, el diseño es válido.

Cálculo de esfuerzos sobre aisladores de apoyo

F_m : esfuerzo total resultante (kg) calculado anteriormente, para el vano más desfavorable = 135,78kg

α : constante que depende del tipo de apoyo (ver Tabla 5) = 0,5

V_F : factor que considera la relación entre las fuerzas dinámicas y estáticas ejercidas sobre los soportes (ver Tabla 7). Como no hay reenganche toma el valor 1.

V_r : factor que considera los efectos que pudieran originarse ante la eventualidad de un reenganche trifásico (ver Figura 2). Como no hay reenganche, toma el valor 1.

Por tanto, la reacción en cada apoyo del tubo será:

$$R = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_m = 67,89 \text{ kg}$$



El coeficiente de seguridad, para el caso de apoyos cuya carga de rotura a flexión sea de 8.000N, como el presente, resulta de:

$$C_s = \frac{8.000}{9,8 \cdot 67,89} = 12,02$$

Se observa que el coeficiente de seguridad es superior al establecido por criterio de HCDE, S.A.U. de 1,5.

Es decir, el diseño es válido.

4.4.2. EMBARRADO EN EL LADO DE 20kV

Tensión mecánica máxima en el tubo

➤ Acción del viento

d: diámetro exterior del conductor = 63mm

l: longitud del vano considerado = 2,00m (según plano)

$$F_{vc} = 70 \cdot d \cdot l = 8,82 \text{ kg}$$

➤ Acciones por el peso propio del conductor

p_c: peso propio del conductor por unidad de longitud = 6,59kg/m

l: longitud del vano considerado = 2,00m (según plano)

$$F_{pc} = p_c \cdot l(\text{kg}) = 13,18 \text{ kg}$$

➤ Acciones por cortocircuito

f_p: frecuencia propia de oscilación del conductor:

γ: factor estimado de frecuencia natural, dependiendo del tipo y número de soportes (ver Tabla 5) = 1,57

E: módulo de elasticidad del material considerado = 12.750kp/mm² = 124.950N/mm²

J: momento de inercia del tubo = 32,41cm⁴



$$f_p = \frac{\gamma}{l^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{p_c}} = 30,77 \text{ Hz}$$

f_p/f : relación de frecuencias (entrada a Figura 1 y Figura 2):

$$\frac{f_p}{f} = \frac{30,77}{50} = 0,62$$

V_σ : factor que considera la frecuencia natural del conductor (ver Figura 1) = 0,80

V_r : factor que considera los efectos que pudieran originarse ante la eventualidad de un reenganche trifásico (ver Figura 2). En este caso, al no haber reenganche, se toma el valor 1.

β : factor que depende del tipo y número de apoyos utilizados (ver Tabla 5) = 1,00

W : módulo resistente del conductor = 10,29cm³

F_d : fuerza (kg) producida por un cortocircuito bifásico de valor (Fórmula 2, UNE-EN 60865-1):

a : distancia entre fases = 0,22m (ver Apartado 3.1)

I_k : corriente de choque (kA), cuyo valor con respecto a la corriente de cortocircuito I_{cc} (kA) es (según Norma CEI 909):

$$I_k = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc} = 30,29 \text{ kA}$$

$$F_d = 0,0204 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_k^2 \cdot \frac{1}{a} = 73,69 \text{ kg/m}$$

Por tanto, la tensión en conductores rígidos debido a los esfuerzos de flexión, para el caso de 20kV, será:

$$\sigma_m = 100 \cdot V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_d \cdot l}{8 \cdot W} = 143,25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Tras haber obtenido el valor de σ_m , se asume que el embarrado soportará los efectos de cortocircuito cuando se cumpla la siguiente condición:

$$\sigma_m \leq q \cdot R_p$$



q : factor de plasticidad, que depende de la geometría y de la sección del conductor, y que se obtiene de la relación entre el espesor y el diámetro del mismo, (ver fórmula Tabla 6):

$$q = 1,7 \cdot \frac{1 - \left(1 - \frac{2e}{D}\right)^3}{1 - \left(1 - \frac{2e}{D}\right)^4} = 1,36$$

R_p : límite de fluencia mínimo del tubo = 2.500kg/cm²

$$q \cdot R_p = 3.393,22 \frac{kg}{cm^2}$$

Es decir,

$$143,25 \frac{kg}{cm^2} < 3.403,62 \frac{kg}{cm^2}$$

Como se verifica la condición, se puede afirmar que el tubo elegido es capaz de soportar los esfuerzos que puedan originarse por las acciones producidas por el cortocircuito. Por lo tanto, el diseño es válido.

Comprobación del esfuerzo total resultante:

$$F_m = \sqrt{F_{pc}^2 + (F_{vc} + F_d \cdot l)^2} = 156,75 \text{ kg}$$

$$M_{max} = \frac{F_m \cdot 100 \cdot l}{8} = 3.918,87 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W} = 380,89 \text{ kg/cm}^2$$

El coeficiente de seguridad sobre el límite de fluencia del tubo (tomando su valor máximo, de 3.000 kg/cm²) para el tubo será:

$$C_s = \frac{R_p}{\sigma} = 7,88$$

Valor superior a 1,5 (criterio adoptado por HCDE, S.A.U.). Por tanto, se vuelve a verificar la validez del diseño.

Esfuerzos de origen térmico



I_k : corriente trifásica de cortocircuito = 11,90 kA

Tal y como se indica en el Apartado 4.2.4, para el cálculo de los coeficientes m y n , se considera un tiempo de duración del defecto de 0,6 segundos para el caso de la tensión 20 kV, y la curva de 1,8 (coeficiente para la obtención del valor de cresta de la intensidad de cortocircuito, para el caso de transformadores de distribución):

$f \cdot T_k$: valor constante de entrada a Figura 3:

$$f \cdot T_k = 50 \cdot 0,6 = 30$$

m : coeficiente de disipación relativo a la componente de continua de la corriente de cortocircuito en función del tiempo de duración del defecto (ver Figura 3) = 0,1

n : coeficiente de disipación relativo a la componente de alterna de la corriente de cortocircuito en función del tiempo de duración del defecto (ver Figura 4). Es igual a 1 para red de distribución.

Por tanto, la intensidad térmica equivalente será:

$$I_{\theta} = 1,8 \cdot I_k \cdot \sqrt{m + n} = 22,47 \text{ kA}$$

El valor máximo de la corriente de cortocircuito admisible ($I_{\theta r}$), tomando 65°C como temperatura inicial de barras y 200°C como la máxima temperatura que se puede alcanzar en un momento dado, teniendo en cuenta que la densidad de corriente para el cobre es de 160A/mm², y que la sección del conductor es de 741mm², es el siguiente:

$$I_{\theta r} = 160 \cdot \frac{741}{1.000} = 118,63 \text{ kA}$$

Es decir, se verifica la condición establecida por la norma:

$$I_{\theta} \leq I_{\theta r}$$

$$22,47 \text{ kA} \leq 118,63 \text{ kA}$$

Por lo tanto, se verifica la validez del diseño.

Flecha del tubo

$$f_c = \frac{5 \cdot p_c \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot J} = 0,03 \text{ cm}$$



La flecha máxima admisible es, según criterio de HCDE, S.A.U.:

$$\frac{l(cm)}{200} = 1 \text{ cm}$$

Por lo tanto, al ser menor la flecha del tubo que la máxima admisible, el diseño es válido.

Cálculo de esfuerzos sobre aisladores de apoyo

F_m : esfuerzo total resultante (kg) calculado anteriormente, para el vano más desfavorable = 156,75kg

α : constante que depende del tipo de apoyo (ver Tabla 5) = 0,5

V_f : factor que considera la relación entre las fuerzas dinámicas y estáticas ejercidas sobre los soportes (ver Tabla 7). Como no hay reenganche toma el valor 1.

V_r : factor que considera los efectos que pudieran originarse ante la eventualidad de un reenganche trifásico (ver Figura 2). Como no hay reenganche, toma el valor 1.

Por tanto, la reacción en cada apoyo del tubo será:

$$R = V_f \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_m = 78,38 \text{ kg}$$

El coeficiente de seguridad, para el caso de apoyos cuya carga de rotura a flexión sea de 8.000N, como el presente, resulta de:

$$C_s = \frac{8.000}{9,8 \cdot 78,38} = 10,42$$

Se observa que el coeficiente de seguridad es superior al establecido por criterio de HCDE, S.A.U. de 1,5.

Es decir, el diseño es válido.



5. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

5.1. CRITERIOS DE CÁLCULO

Para el cálculo de la red de tierras se tendrán en cuenta la ITC-RAT 13, que establece valores máximos de tensiones de paso y contacto, y la norma IEEE 80-2000 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding".

5.2. VALOR DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Se considera un valor estimado de la resistividad del terreno, en el caso del parque de 132 kV, sobre el que se va a realizar la actuación, de **135 Ω .m** (dato tomado del Informe de Tensiones de Paso y Contacto, Medidas Comprobativas, año 1991).

Al no existir recubrimiento superficial en la instalación, la resistividad de la capa superficial será la misma que la del propio terreno.

5.3. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO MÁXIMAS ADMISIBLES

Los datos utilizados para el cálculo de la red de tierras para la subestación de Tabiella son:

- Tiempo de despeje de la falta (t) 0,5s
- Intensidad de falta monofásica a tierra 15,06kA
- Resistividad de la capa superficial (ρ_s) 135 Ω .m

Según lo dispuesto en la ITC-RAT 13, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son función de los siguientes parámetros:

U_{ca} : Tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre manos y pies. Es función de la duración de la corriente de falta, y puede explicarse mediante la Tabla 1 de ITC-RAT 13.



Tabla 8. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f (ITC-RAT 13, Tabla 1)

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Como el tiempo de defecto considerado es de 0,5s, el valor de U_{ca} resulta de 204V.

U_{ca} : Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$).

Z_B : Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de 1.000Ω .

I_B : Corriente que fluye a través del cuerpo.

U_c : Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

U_p : Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).)

R_a : Resistencia adicional total suma de las resistencias adicionales individuales.

R_{a1} : Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2.000Ω .

R_{a2} : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $R_{a2}=3\rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

Por lo tanto:



- Tensión máxima admisible de contacto (Fórmula 1 ITC-RAT 13):

$$U_c = U_{ca} \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2Z_B} \right) = U_{ca} \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5\rho_s}{1000} \right)$$

$$U_c = 449,31 V$$

- Tensión máxima admisible de paso (Fórmula 2 ITC-RAT 13):

$$U_p = U_{pa} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right) = 10 \cdot U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right)$$

$$U_p = 11.852,4 V$$

5.4. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo con la guía IEEE 80-2000, para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra de una malla sin picas, enterrada en un terreno de resistividad uniforme a una profundidad superior a 0,25 metros e inferior a 2,5 metros, se puede utilizar la siguiente expresión (Fórmula 52 IEEE 80-2000):

$$R_g = \rho \left(\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right)$$

Donde:

ρ: resistividad del terreno natural = 135Ω.m

L: longitud total de conductor enterrado = 24.096m

A: superficie cubierta por la red de tierras = 65.520m²

h: profundidad de la malla de tierra = 0,5m

Obteniéndose un valor de:

$$R_g = 0,24 \Omega$$



5.5. EVALUACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO

De acuerdo a la guía IEEE 80-2000 se calculan los valores máximos de las tensiones de paso y contacto en la subestación.

Para una subestación cuya puesta a tierra esté formada por una malla de varias retículas iguales, el valor mayor de la tensión de contacto, E_m , se produce en el centro de la malla de una de las retículas de las esquinas, y el valor mayor de la tensión de paso, E_s , a una distancia de 1 metro, medido en diagonal, hacia el exterior de dicha retícula.

Dichos valores, tomando el caso genérico de una persona de 70 kg de peso, son los siguientes:

- Tensión de paso (Step voltaje) (Fórmula 92 IEEE 80-2000):

$$E_s = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_G}{L_s}$$

- Tensión de contacto (Mesh voltaje) (Fórmula 80 IEEE 80-2000):

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_G}{L_M}$$

Donde:

ρ : resistividad del terreno natural = 135Ω.m

I_G : intensidad de puesta a tierra máxima que puede circular por la red de tierras de la subestación = 15,06kA

La intensidad I_G que circula por la malla de tierra de la subestación es solo una fracción de la intensidad de defecto a tierra debida a dos efectos:

1. Como a la tierra de la subestación se conectan los cables de tierra de las líneas aéreas o las pantallas de los cables aislados que parten o llegan a la subestación, una parte de la corriente de defecto circula por los cables de tierra o las pantallas hacia afuera de la subestación, retornando a tierra por las puestas a tierra de otras subestaciones lejanas distintas de la malla de la subestación que se proyecta.
2. La resistencia de puesta a tierra de la malla de la subestación queda en paralelo con la impedancia de cadena infinita de línea de las líneas que salen o entran a



la subestación. En una línea aérea esta impedancia representa al cable de tierra que se pone a tierra en cada uno de los apoyos de la línea.

En cualquier caso, a efectos de cálculo para este caso concreto, se ha considerado la intensidad de falta monofásica a tierra sin aplicación de ningún coeficiente de reducción.

K_m : factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de contacto.

K_i : factor de corrección por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos de la malla.

K_s : factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de paso.

L_M : longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de contacto.

L_S : longitud efectiva de la red de conductores enterrados para tensión de paso.

Para el cálculo de K_m , K_s , K_i , L_M y L_S se aplican las siguientes expresiones:

- Factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de contacto, K_m (Fórmula 81 IEEE 80-2000)

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

Donde:

D: separación media entre conductores de la red de tierras = 6m

d: diámetro de los conductores de la red de tierras = 0,0124m

h: profundidad de enterramiento de la red horizontal =0,5m

Para mallas de tierra sin picas, o con pocas picas ubicadas en las esquinas y puntos intermedios del perímetro de la subestación, el factor corrector para cálculo de tensión de malla, K_{ii} , se calcula del siguiente modo (Fórmula 82 IEEE 80-2000):

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



Siendo n el número equivalente de conductores en paralelo que forman la malla, y que, para mallas de tierra con forma cuadrada o rectangular, se calcula como sigue (Fórmula 84 IEEE 80-2000):

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

Siendo cada uno de sus términos (Fórmulas 85, 86, 87, 88 IEEE 80-2000):

$$n_a = \frac{2 \cdot L_C}{L_P}$$

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

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

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

Donde:

L_C : longitud total de los conductores enterrados que forman la malla de tierra (excepto las picas) = 24.096m

L_P : longitud perimetral de la red = 1.044m

A : área de la malla de tierra de la subestación = 65.520m²

Por lo tanto:

$$n_a = 46,16$$

$$n_b = 1,01$$

$$n_c = 1,00$$

$$n_d = 1,00$$

$$n = 46,61$$



Tomando el factor K_{ii} un valor de:

$$K_{ii} = 7,543$$

Por último, el factor corrector por profundidad de la malla para cálculo de la tensión de malla, K_h , se calcula de acuerdo a la siguiente expresión (Fórmula 83 IEEE 80-2000):

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

con $h_0=1$ metro (profundidad de referencia de las mallas de tierra)

Por tanto:

$$K_h = 1,225$$

Es decir, el factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de contacto resulta tener un valor de:

$$K_m = 0,58$$

- Factor geométrico de espaciado de conductores para tensión de paso, K_s (Fórmula 94 IEEE 80-2000):

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

En base a los parámetros anteriormente detallados, se obtiene un valor de:

$$K_s = 0,42$$

- Factor de corrección por efecto de mayor densidad de corriente en los extremos de la malla, K_i (Fórmula 89 IEEE 80-2000):

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

$$K_i = 7,543$$

- Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para la tensión de contacto, L_M

Para mallas de tierra sin picas de tierra o con unas pocas picas repartidas a lo largo de la malla (pero ni en las esquinas, ni en el perímetro de la malla de tierra), se aplica la expresión siguiente (Fórmula 90 IEEE 80-2000):



$$L_M = L_C + L_R$$

Donde:

L_C: longitud total de los conductores enterrados que forman la malla de tierra (excepto las picas) = 24.096m

L_R: longitud total de todas las picas enterradas (en este caso 0, ya que se considera que no hay picas)

$$L_M = 24.096 \text{ m}$$

- Longitud efectiva de la red de conductores enterrados para la tensión de paso, L_S (Fórmula 93 IEEE 80-2000):

$$L_S = 0,75 \cdot L_C + 0,85 \cdot L_R$$

$$L_S = 18.072 \text{ m}$$

Tras haber determinado cada uno de los factores que intervienen en el cálculo de las tensiones de paso y contacto, se calculan sus valores:

- Tensión de paso (Step voltage):

$$E_s = \frac{\rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot I_G}{L_S} = 357 \text{ V}$$

- Tensión de contacto (Mesh voltage):

$$E_m = \frac{\rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot I_G}{L_M} = 371 \text{ V}$$

Los valores de ambas tensiones están por debajo de los valores máximos admitidos por la ITC-RAT 13, determinados en el Apartado 5.3: 357V <<< 11.852,4V en el caso de la tensión de paso y 371V < 449,31V para el caso de la tensión de contacto.



5.6. CONCLUSIÓN

Los valores de ambas tensiones están por debajo de los valores máximos admitidos según el Reglamento, que son de 11.852,4 V para la tensión de paso y de 449,31 V para la tensión de contacto.

No obstante, según la ITC-RAT 13, en su apartado 8.1, el Director de Obra deberá verificar que las tensiones de paso y contacto aplicadas están dentro de los límites admitidos con un voltímetro de resistencia interna de 1.000 Ω .

Para ello se realizará un ensayo de medición de resistencia de puesta a tierra y tensiones de paso y contacto en la subestación y su entorno.



PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE

1.	SECCIONADORES DE BARRAS	5
2.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 132 kV	5
3.	TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 132 kV	6
4.	PARARRAYOS 132 kV	7
5.	TRANSFORMADOR.....	8
6.	EMBARRADOS Y RACORES DE CONEXIÓN 132 Kv	10
6.1.	TUBO ALEACIÓN DE ALUMINIO EXTRUIDO	10
6.2.	AISLADORES DE APOYO	10
6.3.	CABLE DE ALUMINIO ACERO	11
6.4.	RACORES DE CONEXIÓN	11
6.5.	FORMACIÓN CADENA DE AISLADORES INCLUSO GRAPA DE COMPRESIÓN	12
7.	SECCIONADOR Y EMBARRADO PARA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR EN 132Kv .12	
7.1.	SECCIONADOR	12
7.2.	TUBERÍA DE COBRE.....	13
7.3.	AISLADORES DE APOYO	13
7.4.	RACORES DE CONEXIÓN	14
8.	EMBARRADO DE 20Kv	14
8.1.	TUBERÍA DE COBRE.....	14
8.2.	AISLADORES DE APOYO	15
8.3.	RACORES DE CONEXIÓN	15
8.4.	PARARRAYOS.....	15
9.	SECCIONADOR, EMBARRADO Y RESISTENCIA PARA p.a.T. DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR EN 20Kv 16	
9.1.	SECCIONADOR	16
9.2.	TUBERÍA DE COBRE.....	17
9.3.	AISLADORES DE APOYO	17
9.4.	RESISTENCIA PARA PUESTA A TIERRA.....	17
9.5.	RACORES DE CONEXIÓN	18
10.	CABLES PARA LA INSTALACIÓN DE 20Kv	18
10.1.	CONSTRUCCIÓN Y DESIGNACIÓN	18
10.2.	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	19
10.3.	MARCAS COBRE CUBIERTA.....	20
10.4.	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE	20
10.5.	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR, EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO	21
10.6.	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA PANTALLA	21



11.	CABLES DE MANDO, MEDIDA, PROTECCIÓN Y CONTROL	21
12.	CELIDAS DE 24Kv	22
12.1.	GENERALIDADES	22
12.2.	CONDICIONES DE SERVICIO	23
12.3.	NORMAS	23
12.4.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	24
12.5.	UNIDAD DE PROTECCIÓN Y CONTROL (UCP)	25
12.6.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	26
12.7.	APARAMENTA.....	27
12.7.1.	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	27
12.7.2.	SECCIONADOR DE TRES POSICIONES	27
12.7.3.	TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD	28
12.7.4.	TRANSFORMADORES DE TENSIÓN	29
12.7.5.	EMBARRADO GENERAL	29
12.7.6.	CONEXIONADO DE CABLES DE POTENCIA	30
12.8.	TIPO DE CELIDAS QUE COMPONEN LA ALIMENTACIÓN AL MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE DE 20kV FORMADA POR CELIDAS.....	31
12.8.1.	CELIDAS DE ENTRADA TRANSFORMADORES AT/MT	31
13.	OBRA CIVIL	32
13.1.	GENERALIDADES	32
13.2.	FABRICACIÓN Y TRANSPORTE DE HORMIGÓN A OBRA	32
13.2.1.	HORMIGONES ELABORADOS EN CENTRAL.....	32
13.2.2.	HORMIGONES NO ELABORADOS EN CENTRAL.....	33
13.3.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	34
13.3.1.	CEMENTO	34
13.3.2.	ÁRIDOS	35
13.3.3.	AGUA.....	38
13.3.4.	HORMIGONES	39
13.3.5.	ACEROS PARA ARMADURAS.....	41
13.3.6.	ELEMENTOS Y MATERIALES METÁLICOS	41
14.	TUBERÍA A UTILIZAR EN CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS	42
14.1.	GENERALIDADES	42
14.2.	CARACTERÍSTICAS.....	42
15.	ESTRUCTURAS METÁLICAS	43
15.1.	GENERALIDADES.....	43
15.2.	FABRICACIÓN.....	43
15.3.	TORNILLERÍA.....	44
15.4.	SOLDADURAS.....	44



15.5.	TALADROS.....	45
15.6.	ACABADO FINAL	46
15.7.	MONTAJE.....	47



1. SECCIONADORES DE BARRAS

Se utilizarán seccionadores pantógrafos como seccionadores de barras, cuyas características principales son las siguientes:

- Forma constructiva: Pantógrafo
- Número de polos: Uno (1)
- Ejecución: Intemperie
- Tensión asignada: 170kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 325kV
- Tensión de ensayo a onda choque 1,2/50 μ s: 750kV cresta
- Frecuencia asignada: 50Hz
- Corriente asignada en servicio continuo: 2.000A
- Intensidad nominal de corta duración: 60kA
- Tipo de aisladores: Cerámica marrón
- Accionamiento: Unipolar
- Sistema: A motor eléctrico

2. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO 132 KV

- Número de polos: 3
- Ejecución: Intemperie
- Medio de extinción del arco: SF6
- Número de cámaras por polo: 1
- Tensión asignada: 170kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 325kV
- Tensión de ensayo a onda choque 1,2/50 μ s: 750kV cresta
- Frecuencia asignada: 50Hz
- Corriente asignada en servicio continuo: 2.500A
- Corriente de corta duración admisible asignada: 40kA/3s
- Valor cresta de la corriente admisible asignada: 100kA cresta
- Poder de corte asignado de cortocircuito: 40kA
- Poder de cierre asignado de cortocircuito: 100kA cresta
- Poder de cierre asignado de línea en vacío: 63A
- Secuencia de maniobras asignada: 0-0,3s-C0-3min-C0/C0-15s-C0



- Duración de la interrupción: 40ms
- Duración del cierre: ≤ 40 ms
- Longitud línea de fuga: Entre piezas bajo tensión y tierra: 5.045mm
Entre bornes entrada y salida: 4.887mm
- Distancia entre polos: 3.000mm
- Normas: IEC56
- Accionamiento:
 - Mando tripolar a resortes
 - Una bobina de conexión a 110Vcc
 - Dos bobinas desconexión a 110Vcc
 - Un motor tensado de muellas a 220Vca
 - Un sistema antibombeo
 - Un conmutador local/cero/remoto
 - Una resistencia de caldeo a 220Vca
 - Contactos auxiliares libres 9NA+9NC
 - Dispositivos de seguridad: Un manodesostato de alarma y bloqueo 1+1/polo
 - Bornes de conexión: Pala de aluminio
 - Tipo de aislador; Cerámica marrón

3. TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD 132 KV

- Aislamiento: Aceite
- Servicio: Intemperie
- Tensión más elevada de la red: 145kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial: 275kV
- Tensión de ensayo a onda choque 1,2/50 μ s: 650kV cresta
- Tensión de ensayo de los circuitos secundarios: 3kV
- Frecuencia asignada: 50Hz
- Relación de transformación: 300-600/5-1-1A
- Potencia y clase de predicción de todas las relaciones:
 - Secundario 1 (5A) 10VA en Cl. 0,2s-Fs5
 - Secundario 2 (1A) 10VA en Cl. 5 P20
 - Secundario 3 (1A) 10VA en Cl. 5 P20
- Intensidad límite térmica (Ith): 40kA/1s



- Intensidad límite dinámica (I_{din}): 100kA cresta
- Sobreintensidad admisible en permanencia: 1,2 I_n
- Línea de fuga: 4.495 mm
- Normas: 1EC-60044-1
- Bornas de conexión primarias: Pala
- Tipo de aislador: Porcelana marrón
- Cambio de relación: En el primario
- Accesorios:
 - Indicador nivel de aceite
 - Toma de medida de la tangente de delta
 - Válvula de vaciado y toma de muestras

4. PARARRAYOS 132 KV

- Tecnología: Óxido de zinc
- Envolvente: Polímero
- Servicio: Intemperie
- Nivel de aislamiento del equipo a proteger: 550kV cresta (1,2/50 μ s)
- Tratamiento del neutro de la red: Rígido a tierra
- Tiempo máximo de falta a tierra: 3s
- Tensión más elevada de la red, entre fases (U_m): 145kV
- Corriente nominal de descarga, onda 8/20 μ s (I_n): 10kA cresta
- Tensión asignada (U_r): 120kV
- Tensión de funcionamiento continuo (U_c): 98kV
- Sobretensión temporal (TOV) 1s con descargas previas: 132kV
- Frecuencia nominal: 50Hz
- Normas: CEI 60815
- Clase de descarga de línea (CEI-99-4): Cl.3
- Nivel de polución: Muy fuerte (31mm./kV U_m)
- Longitud línea de fuga: 4.495 mm
- Montaje: Sobre soporte metálico
- Equipado con:
 - Base aislante



- Contador de descargas
- Indicador de soplado

5. TRANSFORMADOR

- Instalación Intemperie
- Tipo de Transformador Sumergido en aceite
- Clase de servicio Continuo
- Número de fases 3
- Frecuencia nominal 50Hz
- Aislamiento Aceite
- Tipo de refrigeración ONAN/ONAF
- Tipo de núcleo Columnas
- Tipo de cuba Convencional
- Potencia nominal:
 - Devanado Alta tensión (ONAN/ONAF) 37,5/50 MVA
 - Devanado Media tensión (ONAN/ONAF) 37,5/50 MVA
 - Devanado Terciario (ONAN/ONAF) 12,5/16,6 MVA
- Grupo de conexión YNyn0-d11
- Nivel de ruido (presión acústica) máximo 75 dB(A)
- Tensión de cortocircuito a 75°C:
 - Toma inferior 12,1%
 - Toma principal 12,5%
 - Toma superior 13%
- Tensión nominal en vacío:
 - Devanado Alta tensión 134 kV
 - Devanado Baja tensión 20 kV
 - Devanado Terciario 10 kV



- Tensión máxima de servicio:
 - Devanado Alta tensión 145 kV
 - Devanado Baja tensión 24 kV
 - Devanado Terciario 12 kV
- Tensión de ensayo a frecuencia industrial:
 - Alta tensión 275 kV_{ef}
 - Neutro Alta tensión 95 kV_{ef}
 - Baja tensión 50 kV_{ef}
 - Neutro Baja tensión 50 kV_{ef}
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo:
 - Alta tensión 650 kV_{cr}
 - Neutro Alta tensión 250 kV_{cr}
 - Baja tensión 125 kV_{cr}
 - Neutro Baja tensión 125 kV_{cr}

Estará equipado con los siguientes accesorios:

- Un (1) conmutador JANSEN con accionamiento.
- Un (1) relé del JANSEN.
- Un (1) relé Buchholz.
- Un (1) termostato.
- Un (1) termómetro punto más caliente tipo bimetálico.
- Un (1) termómetro.
- Dos (2) nivel magnético.
- Un (1) depósito de expansión del aceite.
- Una (1) chimenea de seguridad con purgador.
- Una (1) caja de bornas transformadores de intensidad en bornes MT.
- Una (1) caja derivación de cables.
- Una (1) toma de tierra.
- Un (1) desecador de silicagel.
- Dos (2) válvulas de filtrado y muestra.
- Una (1) válvula de vaciado.



- Cuatro (4) soportes apoyo gatos.
- Cuatro (4) ganchos de elevación del transformador completo.
- Un (1) tándem de ruedas orientables (doble rueda) y demás accesorios propios de este tipo de máquinas.

6. EMBARRADOS Y RACORES DE CONEXIÓN 132 KV

6.1. TUBO ALEACIÓN DE ALUMINIO EXTRUIDO

- Aleación 6063 T-6 s/norma UNE 38-337-82
- Designación simbólica aleación AL-07 MgSi s/norma UNE 38-337-82
- Tolerancia s/UNE 38-058-72
- Diámetro 120/104 mm
- Suministro s/pedido
- Densidad 2,7g/cm³
- Coeficiente de dilatación térmica 23x10⁶K⁻¹
- Resistividad eléctrica a 20°C 0,03333Ohm.mm²/m
- Carga de rotura (Valor mínimo) 215N/mm²
- Límite elástico (Valor máximo) 160N/mm²
- Alargamiento de rotura (Valor mínimo) 10%
- Módulo elástico 70kN/mm²
- Dureza Brinell 70
- Intensidad admisible en permanencia desnudo al exterior, calentamiento 30°C, temperatura ambiente 35°C 2.700A

6.2. AISLADORES DE APOYO

- Tipo C8-650
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo 650kV_{cr}
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia 275kV_{ef}
- Altura del aislador 1500+2,5mm
- Línea fuga nominal 4.495mm
- Diámetro nominal máx. de la parte aislante 220mm



- Carga de rotura mínima a la flexión 8000N
- Carga de rotura mínima a torsión 4000N
- Diámetro del círculo de fijación cabeza 127mm
- Diámetro del círculo fijación base 225mm
- Vidriado color marrón RAL-8016
- Herrajes Galvanizados
- Armado Cemento sulfuroso
- Dimensiones s/IEC.273
- Ensayos y tolerancias s/IEC.168

6.3. CABLE DE ALUMINIO ACERO

- Denominación HAWK
- Norma Canadiense CSA-C49.1-1975
- Sección
 - Aluminio: 241,65mm²
 - Acero: 39,49mm²
 - Total: 281,14mm²
- Composición
 - Aluminio: 26x3,44mm
 - Acero: 7x2,62mm
- Diámetro 21,8mm
- Carga de rotura 8.820kgf
- Resistencia en c.c. a 20°C 0,1191Ω/km
- Intensidad admisible 510A

6.4. RACORES DE CONEXIÓN

Se utilizarán racores de conexión de Fabricante AUXIME o similar, destinados a instalaciones de muy alta tensión hasta 380kV de tensión nominal y montaje en intemperie.

Dichos racores o conectadores están destinados a la unión de conductores de aluminio, utilizando la aleación L-2653 (Norma UNE 38.267); cuyas características principales son:

- Conductividad eléctrica 21Ω m/mm²
- Peso específico 2,68gr/cm³



- Resistencia 16+22kg/mm²
- Dureza Brinell 65+70

Para la unión de conductores de distinta naturaleza se empleará la técnica reconocida del ánodo masivo, no siendo necesaria la utilización de placas bimetálicas.

La tornillería será de acero inoxidable de calidad AISI-304 (18/8) con arandelas elásticas.

Para favorecer el contacto eléctrico y proteger la zona de conexión entre el conductor y la pieza de unión de las atmósferas agresivas, se utilizará grasa de contacto GAC-75, en todas las uniones.

6.5. FORMACIÓN CADENA DE AISLADORES INCLUSO GRAPA DE COMPRESIÓN

Cantidad	Especificación	Designación s/ET/5040 HCDE
1	Estribo	E3
2	Grillete	GN
1	Anilla bola normal	AB-16
1	Rótula de horquilla	RH-16
10	Aislador de cadena de vidrio	Y100BS
1	Grapa de compresión con anilla	GC4A

7. SECCIONADOR Y EMBARRADO PARA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR EN 132KV

7.1. SECCIONADOR

- Servicio Exterior
- Tensión nominal 36kV
- Tensiones de ensayo a onda 1,2/20 μ s
 - A tierra 170kV
 - Sobre distancia de seccionamiento 195kV
- Tensiones de ensayo a 50Hz, 1min
 - A tierra 70kV
 - Sobre distancia de seccionamiento 80kV
- Intensidad nominal 630A



- Intensidad admisible de corta duración 25kA
- Mando Mediante pértiga con trinquetes
- Normas UNESA RU-6401B, UNE-EN 6001 29/60694

7.2. TUBERÍA DE COBRE

El embarrado se realizará mediante tubería de cobre electrolítico, semiduro, de fabricante AUXIME o similar, de las siguientes características:

- Material E-Cu s/DIN 40500, hoja 2
- Diámetro exterior 25mm
- Espesor 2,5mm
- Sección 177mm²
- Peso 1,58kg/m
- Corriente permanente en c.a. con una temperatura ambiente de 35°C y un calentamiento de 30°C
 - Intemperie pintado 650A
 - Intemperie desnudo 610A
- Valores estáticos
 - W 0,93cm³
 - J 1,13cm⁴
- Vano máximo admisible para una carga de rotura de 400kg/cm² y una presión de viento de 70kg/m² 4,1m

7.3. AISLADORES DE APOYO

- Tipo C8-170
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo 170kV_{cr}
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia 70kV_{ef}
- Altura 445±1
- Longitud mínima nominal línea de fuga en clase-11 850mm
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 205mm
- Carga de rotura
 - A la flexión 8.000N
 - A la torsión 2.000Nm



- Diámetro del círculo de fijación de la armadura metálica en cabeza 76mm
- Diámetro del círculo de fijación de la armadura metálica de la base 76mm
- Vidriado color marrón RAL-8016
- Herrajes Galvanizados
- Armado Cemento sulfuroso
- Dimensiones s/IEC 273
- Ensayos y tolerancias s/IEC 168

7.4. RACORES DE CONEXIÓN

Se utilizarán racores de conexión de fabricante AUXIME o similar, en aleación de bronce (85/5/5/5) según norma (C2-3520), UNE 37-103, cuyas características principales son:

- Peso específico 8,8kg/dm³
- Resistencia a tracción 19+20kg/mm²
- Dureza Brinell 58+32
- Tornillería en acero inoxidable, calidad AISI-304 (18/8) con arandelas elásticas para asegurar un apriete constante en los puntos de apriete

8. EMBARRADO DE 20KV

8.1. TUBERÍA DE COBRE

El embarrado se realizará mediante tubería de cobre electrolítico semiduro, de fabricante AUXIME o similar, de las siguientes características:

- Material E-Cu s/DIN 40500, hoja 2
- Diámetro exterior 63mm
- Espesor 4mm
- Sección 741mm²
- Peso 6,60kg/m
- Corriente permanente en c.a. con una temperatura ambiente de 35°C y un calentamiento de 30°C
 - Intemperie pintado 1.700A
 - Intemperie desnudo 1.610A



- Valores estáticos
 - W 10,30cm³
 - J 32,40cm⁴
- Vano máx. admisible para una carga de rotura de 400kg/cm² y una presión de viento de 70kg/m² 9,1m

8.2. AISLADORES DE APOYO

- Tipo C8-125
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo 125kV_{cr}
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia 50kV_{ef}
- Altura 445±1mm
- Longitud mínima nominal línea de fuga en clase-11 774mm
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 205mm
- Carga de rotura
 - A la flexión 8.000N
 - A la torsión 2.000Nm
- Diámetro del círculo de fijación de la armadura metálica en cabeza 76mm
- Diámetro del círculo de fijación de la armadura metálica de la base 76mm
- Vidriado color marrón RAL-8016
- Herrajes Galvanizados
- Armado Cemento sulfuroso
- Dimensiones s/IEC 273
- Ensayos y tolerancias s/IEC 168

8.3. RACORES DE CONEXIÓN

Se utilizarán racores de conexión de idénticas características a los especificados en el Apartado 6.4.

8.4. PARARRAYOS

Irán conectados entre fase y tierra del embarrado y tendrán las siguientes características principales:



- Construcción Óxidos metálicos
- Envoltente Polimérica
- Tensión asignada (Ur) 24kV
- Tensión de servicio continuo (Uc) 19,5kV
- Corriente de descarga asignada 10kA
- Clase de descarga 1
- Frecuencia industrial 50/60Hz
- Tensiones residuales a impulso de corriente 8/20 μ S
 - Con 5 kA c.r. 73,6 kV_{cr}
 - Con 10 kA c.r. 79,2 kV_{cr}
 - Con 20 kA c.r. 88,8 kV_{cr}
- Equipados con
 - Soporte aislante
 - Dispositivo de desconexión a tierra
 - Latiguillo de trenza de cobre de 25 mm²

9. SECCIONADOR, EMBARRADO Y RESISTENCIA PARA P.A.T. DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR EN 20KV

9.1. SECCIONADOR

- Servicio Exterior
- Tensión nominal 24kV
- Tensión de ensayo a onda 1,2/20 μ S
 - A tierra 125kV
 - Sobre distancia de seccionamiento 140kV
- Tensiones de ensayo a 50Hz, 1min
 - A tierra 50kV
 - Sobre distancia de seccionamiento 60kV
- Intensidad nominal 630A
- Intensidad admisible de corta duración 25kA
- Mando Mediante pértiga con trinquete
- Normas UNESA RU-6401B, UNE-EN 6001 29/60694



9.2. TUBERÍA DE COBRE

El embarrado se realizará mediante tubería de cobre electrolítico, semiduro, de idénticas características al especificado en el Apartado 7.2.

9.3. AISLADORES DE APOYO

- Tipo C4-95
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo 95kV_{cr}
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia 38kV_{ef}
- Altura 255±1mm
- Longitud mínima nominal línea de fuga en clase-11 380mm
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 190mm
- Carga de rotura
 - A la flexión 4.000N
 - A la torsión 800Nm
- Diámetro del círculo de fijación de la armadura metálica en cabeza 76mm
- Diámetro del círculo de fijación de la armadura metálica de la base 76mm
- Vidriado color marrón RAL-8016
- Herrajes Galvanizados
- Armado Cemento sulfuroso
- Dimensiones s/IEC 273
- Ensayos y tolerancias s/IEC 168

9.4. RESISTENCIA PARA PUESTA A TIERRA

Resistencia formada por parrillas estampadas de acero, cromo, níquel AISI-304, unidas mediante soldadura por puntos y aisladas entre sí mediante separadores de cerámica.

Sus características principales serán las siguientes:

- Tipo Autoventilada con envolvente metálica en acero inoxidable AISI-304
- Grado de protección IP-23
- Valor óhmico nominal a 20°C 25Ω



- Corriente de fallo nominal 500A
- Tiempo de fallo 10s
- Intensidad de paso permanente 50A
- Frecuencia nominal 50Hz
- Tensión nominal 12,7kV
- Tensión nominal de aislamiento 17,5kV
- Tensión de ensayo
 - A impulsos tipo rayo 95kV_{cr}
 - A frecuencia industrial (50Hz,1min) 38kV_{ef}
- Conexión de la resistencia al lado AT: Pasamuros exterior/interior de porcelana marrón, 400A/24kV
- Conexión de la resistencia al lado de tierra: Pasamuros exterior/interior de porcelana marrón, 400A/24kV
- Provista de transformador de intensidad de relación 100/5A, potencia y precisión: 30 VA 5P10
- Instalación del transformador de intensidad: En la entrada a la resistencia.

9.5. RACORES DE CONEXIÓN

Se utilizarán racores de conexión de idénticas características a los especificados en el Apartado 7.4.

10. CABLES PARA LA INSTALACIÓN DE 20KV

Para la alimentación desde el embarrado de 20kV montado a pie del transformador 132/20kV a la distribución de 20kV existente, se utilizarán cables de cobre designación **HEPRZ1 18/30 kV 1x400kCu + H16**, siendo necesaria la instalación de tres (3) ternas en paralelo, según especificación técnica ET/5111 de HCDE.

10.1. CONSTRUCCIÓN Y DESIGNACIÓN

La designación de los cables se efectuará por medio de las siglas que indiquen las siguientes características:

- Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo, mediante las siglas **HEPR**.
- Pantalla: se indicará por la letra **H**.



- Cubierta exterior de poliolefina: por medio de las siglas **Z1**.
- Tensión nominal del cable U_0/U en kV.
- Indicaciones relativas a conductor y pantalla metálica: la cifra **1** (cable unipolar) seguida del signo **x**, la sección del conductor en mm^2 , la letra **k** (forma circular compacta). Se la letra **k** no va acompañada de la sigla **Al** (**kAl**) es que el conductor es de aluminio. En cualquier caso, a continuación le sigue el signo **+** y la sección de la pantalla en mm^2 , precedida de la letra **H**.

El cable empleado en este proyecto (HEPRZ1 18/30 kV 1x400kCu + H16) será un cable unipolar de 18/30kV, 400mm^2 , sección circular compacta de cobre, aislado en etileno propileno de alto módulo, con pantalla de cobre de 16mm^2 y cubierta de poliolefina.

10.2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- Tensión nominal: 18/30kV.
- Conductor: sección circular, cuerda compactada de hilos de cobre clase 2.
- Semiconductora interna: capa extrusionada de material semiconductor de espesor mínimo 0,5mm.
- Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
- Semiconductora externa: capa extrusionada de material semiconductor de espesor mínimo 0,5mm.
- Pantalla: corona de alambres de cobre arrollados helicoidalmente.
- Contraespira: fleje de cobre que cortocircuita todos los alambres de cobre y garantiza su sujeción frente a esfuerzos electrodinámicos.
- Separador térmico: funda termoestable colocada entre los hilos de cobre de la pantalla metálica y cubierta exterior.
- Cubierta exterior: cubierta de poliolefina de color rojo con capa exterior semiconductora extrusionada conjuntamente con la cubierta, de espesor mínimo 3,0mm. Características mecánicas tipo DMZ2 y no propagadora de incendio (categoría B).

En lo referente a otras características, tales como número mínimo de alambres del conductor, diámetros mínimos y máximo de la cuerda, resistencia máxima a 20°C (Ω/m), se ajustarán a los valores correspondientes que asigna la norma UNE 21022-2.

Las temperaturas máximas asignadas al conductor en servicio normal y en cortocircuito (duración máxima de 5 segundos), serán de 105°C y 250°C , respectivamente, y los espesores nominales del



aislamiento y la cubierta se ajustarán a los valores correspondientes que asigna la norma UNE-EN 60811-1-1.

Las características esenciales de este tipo de cables se indican en la siguiente tabla:

Tipo Constructivo	Tensión Nominal (kV)	Sección (mm ²)	Ø exterior (mm)	Peso (kg/m)	Radio mín. curvatura (mm)
HEPRZ1	18/30	1x400	45,0	2,43	900

10.3. MARCAS COBRE CUBIERTA

Los cables deberán llevar una marca indeleble en la cubierta que identifique claramente al fabricante, la designación completa del cable, el año de fabricación (dos últimos dígitos) y el metraje correlativo de cada metro de cable.

10.4. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad admisible, según Especificación Técnica de HCDE (ET/5111) para cables aislados MT-AT en subestaciones eléctricas, para el cable unipolar anteriormente mencionado con aislamiento HEPR, es de 466A, considerando una temperatura máxima del conductor de 105°C para las condiciones de tendido siguientes:

- Enterrados bajo tubo, tres (3) cables por tubo.
- Temperatura del terreno de 25°C.
- Resistividad térmica del terreno: 1,0 K.m/W
- Profundidad de 1 metro.

Tal y como se establece en la ITC-LAT 06, se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo.

Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, como es el caso que se presenta en este proyecto, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual o superior a 1,5.



10.5. INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR, EN FUNCIÓN DE LA DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO

La intensidad térmicamente admisible en cortocircuito para conductores de cobre, con aislamiento HEPR, con una temperatura máxima en servicio permanente de 105°C, y una temperatura en cortocircuito de 250°C, según normas IEC 949 y UNE 21192, es de 54kA para un tiempo de permanencia del cortocircuito de 1 segundo.

Para (t) segundos, dicha intensidad será igual a:

$$I_{cc} = \frac{54}{\sqrt{t}} = kA$$

10.6. INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN LA PANTALLA

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles en la pantalla de hilos de cobre, para un tiempo de 1 segundo, y considerando una temperatura máxima de 250°C, según se establece en la Especificación Técnica ET/5111 de HCDE para cables aislados MT-AT en subestaciones eléctricas es de:

- Sección pantalla 16 mm²: $I_{cc} = 2.800A$ durante 1s

Para (t) segundos será:

- Sección pantalla 16 mm²: $I_{cc} = \frac{2,8}{\sqrt{t}} = kA$

11. CABLES DE MANDO, MEDIDA, PROTECCIÓN Y CONTROL

Cumplirán con la siguiente especificación:

- Tensión nominal 1.000V
- Tensión de ensayo 3.500V
- Conductor de Cu Cl.5 hasta 6 mm²
Cl.2 > 6 mm²
- Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla Cinta de cobre desnudo 0,1mm
colocada helicoidalmente
- Cubierta Policloruro de vinilo (PVC)



- Designación UNE 21123 RVOV-K 0,6/1kV
- Norma IEC 60502
- Tipo Retenax Flam (Pirelli) o similar
- No propagación de la llama FL-RT. A este aspecto se cumplirán las siguientes normas europeas internacionales UNE EN 50265-2-1
- No propagación de incendio UNE EN 50226-2-4
- Reducida emisión de halógenos UNE EN 50267-2-1

Para su identificación, los conductores irán marcados con una numeración bien visible a intervalos regulares o con colores según UNE 21089.

12. CELDAS DE 24KV

12.1. GENERALIDADES

La nueva posición de transformador T-9 de 20kV estará compuesta por una celda blindada aislada en gas SF6 (hexafluoruro de azufre) de doble barra, disponiendo de cinco compartimentos estancos separados: dos para embarrados y seccionadores y de p.a.t., uno para interruptor automático y zócalos para los conectores, también al aire, para los transformadores de intensidad y de tensión y cables de potencia con conexión mediante conectores enchufables.

La unión entre embarrados generales y seccionadores se realizará mediante barras de cobre atornilladas, así como la unión entre seccionadores e interruptor. En este último caso se utilizarán placas pasabarras hacia el compartimento del interruptor.

Igualmente, la unión entre el interruptor automático y cada uno de los zócalos para conectores enchufables de los cables de potencia, se realiza con barras de cobre atornilladas.

La entrada o salida de cables de potencia se efectúa mediante conectores enchufables, cuyo tipo depende de la intensidad nominal de la celda. Dicha celda es del tipo CBGS-1 serie 24kV de Fab. Manufacturas Eléctricas, S.A. (MESA), o similar, proporcionando:

- Seguridad para el personal
- Seguridad de suministro
- Hermeticidad de por vida según CEI 60694
- Gastos de servicio reducidos
- Libre de mantenimiento para climas de interior según CEI 60694



- Insensibilidad a la polución ambiental:
 - Grado de protección compartimentos AT: IP-65, según CEI 60298
 - Grado de protección compartimentos BT: IP-3X, según CEI 60298
- Operación solo posible con el blindaje cerrado, debido al sistema
- Alta protección contra arcos internos mediante enclavamientos lógicos y blindaje ensayados de las celdas
- Ensayado y certificado de arco interno conforme a lo indicado en las normas CEI 60298
- Accionamiento de los aparatos de maniobra accesibles

La celda estará formada por tres compartimentos de acero inoxidable, herméticamente sellados, rellenos de gas SF6. Dos de los compartimentos contendrán los seccionadores de Barras-1 y Barras-2 y embarrados generales. El interruptor automático con aislamiento y medio de extinción en gas SF6, con los polos en horizontal, se dispondrá en otro compartimento.

Las celdas están dotadas de una unidad de protección y control (UCP) basada en un sistema digital, garantizando e integrando las funciones de mando, control, telemando, medida y protección.

12.2. CONDICIONES DE SERVICIO

Las características nominales de funcionamiento se garantizarán para las siguientes condiciones de servicio:

- Temperatura ambiente máxima +40°C
- Temperatura ambiente mínima -5°C
- Valor medio durante 24 horas +35°C
- Vibraciones Ausencia de vibraciones por causas externas a la propia celda
- Altitud Inferior a 1.000 m.s.n.m.

12.3. NORMAS

Cumpliráe con la siguiente normativa:

- CEI 60694 (Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión)
- CEI 62271-1 (Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes)
- CEI 62271-100 (Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna)



- CEI 60282 (Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente)
- CEI 60420 (Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para alta tensión)
- CEI 62271-105 (Aparamenta de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones nominales superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV)
- CEI 62271-200 (Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV)
- CEI 60129 (Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna)
- CEI 62271-102 (Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna)
- CEI 62271-103 (Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52kV)

12.4. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Las celdas CBGS-1 estarán construidas en ejecución blindada, se caracterizan por sus dimensiones particularmente reducidas, completa accesibilidad frontal a los mecanismos de operación y conexionado de mando, protección, control, etc. El conexionado de los cables de potencia se realiza por la parte posterior.

La ampliación de un conjunto de celdas CBGS-1 se puede realizar de forma rápida y sencilla por ambos extremos del embarrado, existiendo la posibilidad de ampliación en tensión (caso de doble barra). Estas ampliaciones en tensión se llevarán a cabo en casos que sea estrictamente necesario y no exista otra opción.

Es posible retirar celdas intermedias del conjunto, de manera que no sea necesario mover las contiguas.

Los compartimentos que contienen el gas SF6 están contruidos en acero inoxidable, con fácil y seguro acceso al compartimento de instrumentos y a los mecanismos de operación de los interruptores automáticos y seccionadores.

Poseen también las siguientes peculiaridades:

- Doble compartimento de barras para distintos módulos que componen la celda.
- Enclavamientos mecánicos.



- Equipada con unidad de protección y control (UCP) basada en un sistema digital, para un completo control de la celda vía software.
- Equipada con transformadores de intensidad toroidales fuera de compartimentos de gas.
- Equipada con transformadores de tensión inductivos, con blindaje/recubrimiento metálico, conexión mediante cable con conectores enchufables. En algunos casos puede ser necesario montarlos fuera de la celda
- Conexión de cables de potencia mediante conectores enchufables.
- Seccionador tripolar de barras con tres posiciones (abierto-cerrado-tierra).
- Seccionador tripolar de barras con dos posiciones (abierto-cerrado).
- Compartimento de baja tensión independiente de la parte primaria (alta tensión).

12.5. UNIDAD DE PROTECCIÓN Y CONTROL (UCP)

Gracias a la utilización de la UCP, basada en un sistema digital, cada celda se convierte en una unidad integrada independiente, capaz de garantizar todas las funciones requeridas.

Sus características más significativas para su utilización en este tipo de celdas son las siguientes:

- Integración de todas las funciones en un único instrumento: protección, medida, control, maniobra, señalización, bloqueos, reenganche, automatización y comunicación.
- Para todas las celdas que componen la distribución, se necesita un único "interface" con el posible cuadro de mando, dependiente del operador.
- Para cada tipo de celda se utiliza un único tipo de recambios y una única unidad de hardware.
- Muy pequeño mantenimiento preventivo y una alta limitación de las faltas causadas por las maniobras y fallos humanos.
- Resulta muy fácil modificar y cambiar las funciones mediante el software de configuración, incluso cuando la celda está en servicio.
- La unidad también puede controlar el enclavamiento eléctrico de la celda y la secuencia de eventos durante todas las operaciones: apertura y cierre del interruptor, puesta a tierra, puesta fuera de servicio, puesta en servicio, etc.
- Está dotada de un display de cristal líquido donde, mediante sinóptico, se muestra la posición y estado de los distintos aparatos, la corriente de fase y los valores de tensión, la lectura de potencia activa y reactiva, número de ciclos de maniobra, etc.
- La unidad cuenta también con un interface que le permite el diálogo con la Unidad de Control de Subestación (UCS) de sistema microSCADA situado en la Sala de Control de la



Subestación, que a su vez dispone de un conmutador Local-Telemando que permite la comunicación con el Despacho Central de Distribución (DCD), desde el que se realiza el telemando.

12.6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Tensión nominal 24kV
- Tensión de empleo 24kV
- Tensión máxima de servicio 24kV
- Tensiones de ensayo:
 - A 50Hz/1min 50kV 50kV
 - A impulso (onda de choque 1,2/50µS) 125kV_{cr}
- Frecuencia asignada 50Hz
- Corriente asignada embarrado general 2.000A
- Corriente asignada entradas de trafo AT/MT 2.000A
- Corriente asignada de corta duración (3s) 25kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito 63kA_{cr}
- Resistencia frente a arcos internos (1s) 25kA
- Secuencia de operación asignada O-0,3s-CO-15s-CO
- Tipo de interruptor automático Corte en gas SF6
- Gas aislante SF6
- Presión nominal relativa del gas SF6 a 20°C
- Grado de protección compartimentos estancos AT
- Grado de protección compartimentos BT
- Dimensiones:
 - Altura 2.400mm
 - Ancho 600mm
 - Fondo 1.450mm
- Peso aproximado por celda 800-900kg



12.7. APARAMENTA

12.7.1. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO

El interruptor automático incorporado en las celdas CBGS-1 será del tipo de “soplado” y utilizará gas SF6 como medio de corte y aislamiento.

La carcasa de resina propia del interruptor cumplirá lo requerido en la norma CEI 62271-100 para los sistemas a presión cerrados con presión relativa de llenado de SF6 de 0,25MPa (2,5bar) o 0,30MPa (3bar).

La velocidad de apertura y cierre de los contactos será independiente de la actuación del operario. El mando estará motorizado para su telemando y permitirá ciclos rápidos de reenganche. El motor y bobinas de apertura y cierre funcionan a la tensión nominal de 110V c.c.

Todos los mecanismos del mando estarán situados fuera de la cuba de SF6. Sus características eléctricas serán las siguientes:

- Tensión nominal 24kV
- Tensiones de ensayo:
 - A frecuencia industrial (50Hz/1min) 50kV
 - A onda de choque (1,2/50µS) 125kV_{cr}
- Intensidad nominal:
 - En celda de entrada transformador AT/MT 2.000A
- Intensidad nominal de corte de cortocircuito 25kA
- Capacidad de cierre en cortocircuito 63kA_{cr}
- Intensidad admisible de corta duración (3s) 25kA
- Secuencia nominal de operación O-0,3s-CO-15s-CO
- Tiempo aproximado de operación:
 - Apertura 50ms
 - Corte 65ms
 - Cierre 70ms

12.7.2. SECCIONADOR DE TRES POSICIONES

Cumplirá con los requerimientos de la norma CEI 62271-102 para los seccionadores y seccionadores de puesta a tierra:



- Capacidad de cierre contra cortocircuito a través del interruptor automático (seccionador y seccionador de p.a.t.).
- Intensidad de paso en celda de entrada transformador AT/MT: 2.000A
- Diseño compacto y de dimensiones muy reducidas.
- Señalización de posición fiable (sin varillas de reenvío), abierto-cerrado y posición de puesta a tierra.
- Eje de giro-accionamiento único para el seccionador y seccionador de p.a.t. Las maniobras de seccionamiento y de puesta a tierra serán totalmente independientes.
- El accionamiento podrá ser manual mediante palanca o motorizable (motor a 110V c.c.).
- Una serie de enclavamientos mecánicos con el interruptor automático impedirán, con total seguridad, ejecutar falsas maniobras.

12.7.3. TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD

Serán de tipo "A" (toroidal) de las siguientes características:

- Tensión máxima de funcionamiento 0,72kV
- Tensión alterna nominal soportable (1min) 3kV
- Frecuencia nominal de funcionamiento 50/60Hz
- Intensidades térmicas:
 - Permanente (valor máximo) 1,2.I_n
 - Nominal de corta duración (3s) 5kA
- Intensidades nominales:
 - Dinámica 2,5.I_{térmica}
 - Primario 500-1.000A (Trafos)
 - Secundario 1-5A (Trafos)
- Núcleo de protección
 - Potencia 7,5VA
 - Clase 5
- Factor de sobreintensidad P20
- Temperatura ambiente de funcionamiento -5°C/+40°C
- Clase de aislamiento E
- Normas CEI 60185



12.7.4. TRANSFORMADORES DE TENSIÓN

Serán de tipo inductivo, para conexión por cable de MT, tipo “A”, con protección contra contactos involuntarios mediante blindaje metálico apantallado exteriormente, y de las siguientes características:

- Tensión nominal (Un) 24kV
- Nivel de aislamiento 50/125kV
- Máxima tensión soportable en permanencia 1,2.Un
- Factor nominal de tensión: 1,9.Un, 8 horas
 - Tensión primaria 22.000/ $\sqrt{3}$ V
 - Tensiones secundarias 110/ $\sqrt{3}$ V y 110/3V
- Potencias y clase de precisión:
 - Clase 0,2: 15VA
 - Clase 0,5-3P: 15VA
 - Clase 3P: 50VA
- Intensidad límite térmica (devanado medición) 8A
- Intensidad nominal de larga duración (8 horas) 5A
- Clase de aislamiento Resina colada
- Normas CEI 60186

12.7.5. EMBARRADO GENERAL

El embarrado será completamente segregado, consiguiendo su continuidad a través de placas pasabarras.

El conjunto se compondrá de tres barras colectoras de cobre independientes: será posible retirar celdas intermedias de un conjunto, de manera que no sea necesario mover las contiguas.

En el compartimento de barras se encontrará el seccionador. Será estanco, utilizando el SF6 como elemento aislante.

Cada compartimento de barras podrá estar relleno de gas SF6 independiente por cada celda, disponiendo de su propio manómetro.

También se podrá dar continuidad al gas en los compartimentos de varias celdas. Ello se realizará mediante puentes de tubo de acero roscado, que se insertarán en las válvulas tipo “obús” (dos por



compartimento) de las que dispondrá cada celda. De esta forma, se utilizará un único manómetro para el conjunto de celdas con continuidad de gas SF6.

La ampliación de un conjunto de celdas CBGS-1 se podrá realizar de forma rápida y sencilla por ambos extremos del embarrado, existiendo la posibilidad de ampliación en tensión (en el caso de doble barra). Estas ampliaciones de tensión se llevarán a cabo en casos en los que sea estrictamente necesario y no exista otra alternativa.

12.7.6. CONEXIONADO DE CABLES DE POTENCIA

Intensidades \leq 630A

La conexión se realizará mediante conectores enchufables. Los conectores necesarios para los cables de acometida para corrientes inferiores a 630A serán del tipo enchufable recto y apantallado, para montaje sobre pasatapas tipo "B" según la norma UNE EN 50180 y UNE EN 50181.

La sección máxima y características de los conectores que pueden ser conexionados mediante conectores como los descritos, será la indicada por el fabricante de conectores, entre los que se encuentran Prysmian, Raychem, 3M, Euromold, etc.

Se permiten dos configuraciones:

- Un cable por fase.
- Un cable por fase + Conector para transformadores de tensión.

Intensidades \geq 630A

La conexión se realizará mediante conectores tipo metal-enclosed. En los casos en que sea necesaria una derivación mayor de 630A o sean necesarios más de un cable de potencia por fase, se deberán de utilizar conectores rectos de fabricación Pfisterer o similar.

El tamaño de conector será siempre tamaño 3 para los cables de potencia. Para la conexión de transformadores de tensión por medio de cables de MT, el conector a utilizar será el recto de Pfisterer o similar tamaño 2.

El número máximo de cables por fase será: cuatro de potencia + uno auxiliar para transformadores de tensión.



12.8. TIPO DE CELDAS QUE COMPONEN LA ALIMENTACIÓN AL MÓDULO DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE DE 20KV FORMADA POR CELDAS

Estará compuesta por una única celda de doble barra con las distintas funciones y aparellaje que se describen a continuación.

12.8.1. CELDAS DE ENTRADA TRANSFORMADORES AT/MT

Cada una de las celdas tendrá el siguiente aparellaje debidamente instalado y conexasionado:

- Un (1) embarrado general doble barra tripolar de 2.000A con aislamiento en SF6.
- Un (1) embarrado de derivación interior doble barra de 2.000A.
- Un (1) seccionador tripolar de 2.000A, de tres posiciones (abierto-cerrado-tierra). Mando motorizado a 110V c.c., con contactos auxiliares (8NA+8NC).
- Un (1) seccionador tripolar de 2.500A, de dos posiciones (abierto-cerrado). Mando motorizado a 110V c.c., con contactos auxiliares (8NA+8NC).
- Un (1) interruptor automático tripolar de corte en SF6, de 24kV/2.000A/25kA provisto de contactos auxiliares (7NA+8NC) y tensado de muelles para el interruptor (1NA+2NC), equipado con:
 - Mando motorizado a 110V c.c.
 - Bobina de apertura a 110 V c.c.
 - Bobina de cierre a 110 V c.c.
- Tres (3) transformadores de intensidad de relación 500-1.000/5-1A; 7,5VA 5P20; 7,5VA 5P20.
- Un (1) transformador de tensión enchufable, de relación $22.000:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$; 15VA Cl.0,5-3P. Factor de tensión $1,9U_r/8$ horas. Se ubicará en el módulo de cierre de extremos finales correspondiente. La conexión a la celda se realizará mediante cables aislados designación HEPRZ1 12/20kV 1x95kAl + H16, utilizando conectores enchufables rectos ("Euromold" o similar) en ambos extremos.
- Tres (3) detectores capacitivos de presencia de tensión.
- Un (1) conjunto de tres lámparas de señalización de presencia de tensión, ubicadas en el frente de la celda.
- Un (1) conjunto de tres lámparas de señalización de presencia de tensión, ubicadas en la parte posterior de la celda.
- Un (1) conjunto tripolar de presencia de tensión, equipado con contactos auxiliares (1NA+1NC), utilizado para impedir la maniobra del seccionador a la posición de tierra.



- Un (1) manómetro indicador de presión de SF6 en el interior del compartimento del interruptor automático.
- Un (1) cajón de baja tensión, provisto de unidad de protección y control (UCP) y demás aparatos de naja tensión, tales como relés auxiliares, interruptores magnetotérmicos, etc.

13. OBRA CIVIL

13.1. GENERALIDADES

Para la realización de la obra civil se seguirán los criterios, en cuanto a hormigones y estructura metálica, que se indican a continuación.

13.2. FABRICACIÓN Y TRANSPORTE DE HORMIGÓN A OBRA

13.2.1. HORMIGONES ELABORADOS EN CENTRAL

Se entiende como “hormigón elaborado en central” al suministrado por una central de fabricación dotada de todas las instalaciones indicadas en el artículo 69.2 de la Instrucción EHE, ajustándose asimismo a los procedimientos de dosificación, amasado y transporte especificados en dicho artículo.

Cada entrega o recepción en el punto de empleo del hormigón en obra irá acompañada de una hoja de suministro que estará, en todo momento, a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación del hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del petionario y del responsable de la recepción, según artículo 69.2.9.2.
- Especificación del hormigón.

En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:

1. Designación, de acuerdo con el artículo 39.2.
2. Contenido de cemento (en kg/m³ de hormigón) con una tolerancia de ± 15 kg.
3. Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.

En el caso de que el hormigón se designe dosificación:



1. Contenido de cemento por m³ de hormigón.
 2. Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 3. Tipo de ambiente, de acuerdo con la tabla 8.2.2 de la Instrucción EHE.
- Tipo, clase y marca del cemento.
 - Consistencia.
 - Tamaño máximo del árido.
 - Tipo de aditivo, en caso de que lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
 - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - Designación específica del lugar de suministro (nombre y lugar).
 - Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
 - Identificación del camión hormigonera (u otro medio de transporte) y de la persona que proceda a la descarga, según artículo 69.2.9.2.
 - Hora límite de uso para el hormigón.

El fabricante del hormigón estará obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en el artículo 28.3 de la Instrucción EHE, debiendo, en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

La Dirección de Obra, o la persona en quien delegue, será la responsable de que el control de la recepción del hormigón se efectúe tomando las muestras necesarias, realizando los ensayos de control precisos y siguiendo los procedimientos indicados en el Capítulo XV de la Instrucción EHE.

Cualquier rechazo de hormigón basado en los resultados de los ensayos de consistencia y aire ocluido, en tal caso, deberá ser realizado durante la entrega. No podrá ser rechazado ningún hormigón por estos conceptos sin la realización de los ensayos oportunos.

13.2.2. HORMIGONES NO ELABORADOS EN CENTRAL

Las dispersiones en la calidad del hormigón a que habitualmente conduce el que no se fabrique en central hace desaconsejable esta forma de fabricación, por lo que, de utilizar este sistema deberán extremarse las precauciones en la dosificación, fabricación y control.

Las medidas para la fabricación del hormigón comprenden:

- Almacenamiento de materias primas



- Instalaciones de dosificación
- Equipo de amasado

Para el almacenamiento de materias primas se tendrá en cuenta lo previsto en los artículos 26, 27, 28 y 29 de la instrucción EHE.

La dosificación de cemento se realizará en peso. Los áridos podrán dosificarse por peso o volumen, no siendo recomendable este segundo procedimiento debido a las fuertes dispersiones a que suele dar lugar. El fabricante de este tipo de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por la Dirección de Obra.

Asimismo, será responsable de que los operarios encargados de las operaciones de dosificación y amasado tengan acreditada suficiente formación y experiencia

13.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

13.3.1. CEMENTO

Para los cementos que se empleen en esta obra regirá la Instrucción Técnica para la recepción de Cementos RC-97 y el suministro y almacenamiento se efectuarán según los artículos 26.2 y 26.3 de la EHE.

Podrán utilizarse aquellos cementos que, cumpliendo las instrucciones mencionadas en el párrafo anterior, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior, proporcionando al hormigón las cualidades que al mismo se exigen.

El cemento será transportado en sacos adecuados para que su contenido no sufra alteraciones, o bien a granel, mediante instalaciones especiales de transporte, cubas o sistemas similares herméticos, con seguridad y almacenamiento tales que garanticen su perfecta conservación, que su contenido no sufra alteración y que preserven el medio ambiente.

Cuando el suministro del cemento se realice en sacos, éstos se almacenarán en un sitio ventilado y resguardado tanto de la intemperie como de la humedad del suelo y de las paredes. Si el suministro se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que lo aislen de la humedad. Dicho almacenamiento no deberá ser muy prolongado aun cuando las condiciones de conservación sean buenas, ya que puede meteorizarse. El almacenamiento máximo aconsejable, tanto para el cemento ensacado como a granel, será de tres meses, dos meses y un mes para las clases resistentes 32,5, 42,5 y 52,5 respectivamente.

Si el período de almacenamiento es superior, se comprobará que las características del cemento



continúan siendo adecuadas. Para ello, dentro de los veinte días anteriores a su empleo se realizarán los ensayos de determinación de principio y fin de fraguado, y de resistencia mecánica inicial a 7 días (si la clase resistente es 32,5) o 2 días (en todas las demás clases), sobre una muestra representativa del cemento almacenado, para comprobar su estado antes de su uso.

La temperatura del cemento no deberá exceder de 70°C si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos y de 40°C si se va a realizar a mano.

A la entrega de cada partida de cementos en los almacenes o silos de obra, se presentará a la Dirección de la Obra una hoja de resultados de las características físicas y químicas que se ajustarán a lo prescrito en la vigente instrucción para la Recepción de Cementos (RC-97, art. 10).

Dicha hoja podrá ser la que la contrata exija a su suministrador de cemento, bien entendido que el Constructor es el responsable ante HIDROCANTABRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U. de la calidad del cemento.

HIDROCANTABRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U. hará las comprobaciones que estime oportunas, y en caso de que no se cumpliera alguna de las condiciones prescritas, rechazará la totalidad de la partida y podrá exigir al contratista la demolición de las obras realizadas con dicho cemento.

Los cementos a emplear serán el CEM-I (cemento Portland) y el CEM-II (cemento Portland con adiciones) (según cuadros 1, 2 y 3 del Anejo 3 de la Instrucción EHE). El empleo del cemento de cualquier tipo diferente de los anteriores citados habrá de ser autorizado por la Dirección de Obra, con las condiciones que en su caso establezca.

La utilización de aditivos y adiciones en el hormigón puede modificar la aptitud del cemento para la aplicación prevista, lo que deberá ser tenido en cuenta, con las limitaciones establecidas en el artículo 29 de la misma Instrucción.

En el caso particular de existencia de sulfatos con un contenido superior a 3000 mg/kg., el cemento a emplear será resistente a sulfatos (SR), debiendo cumplir en su caso las prescripciones adicionales indicadas en la tabla 12 de la Instrucción RC-97.

13.3.2. ÁRIDOS

Los áridos cumplirán las especificaciones de la “Instrucción de Hormigón Estructural”, EHE, Artículo 28.

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada



resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones podrán emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos aconsejables por estudios realizados en laboratorios.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como áridos, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Los áridos deberán ser transportados y acopiados de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor que 45° con la dirección de hormigonado.
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor que 45° con la dirección de hormigonado.
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza.

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar los áridos no excederá de los límites en % del peso total de la muestra detallada en la tabla 28.7 de la Instrucción EHE.

SUSTANCIAS PERJUDICIALES		Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
		Árido Fino	Árido grueso
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2 y que flota en un líquido de peso específico 2, determinado con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 14.2 de UNE EN 1744-1		0,50	1,00
Compuestos totales de azufre expresados en S y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 11 de UNE EN 1744-1		1,00	1,00 ¹⁾
Sulfatos solubles en ácidos, expresados en SO ₃ y referidos al árido seco, determinados según el método de ensayo indicado en el apartado 12 de UNE EN 1744-1		0,80	0,80 ¹⁾
Cloruros expresados en Cl y referidos al árido seco, determinados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 7 de UNE EN 1744-1	Hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración	0,05	0,05
	Hormigón pretensado	0,03	0,03



No se utilizarán áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados según indica la norma UNE EN 1744-1:99, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

No se utilizarán áridos finos cuyo equivalente de arena (EAV), sea inferior a 75 para obras sometidas a la clase general de exposición I, IIa o IIb y que no estén sometidas a ninguna clase específica de exposición.

No obstante, aquellas arenas procedentes del machaqueo de rocas calizas (con al menos un 50% de calcita), que no cumplan la especificación del equivalente de arena, podrán ser aceptadas como válidas siempre que el valor de azul de metileno (UNE EN 933-9:99) sea igual o inferior a 0,6 gramos de azul por cada 100 gramos de finos, para las mismas clases de exposiciones anteriores.

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los alcalinos del hormigón (procedentes del cemento o de otros componentes). Para su comprobación se realizará un estudio petrográfico, del cual se obtendrá información sobre el tipo de reactividad que, en su caso, pueda presentar.

Se cumplirán las siguientes limitaciones respecto a las condiciones físico-mecánicas de los áridos:

- Friabilidad de la arena (FA) ≤ 40 (ensayo micro-Deval UNE EN 83115:89)
- Resistencia al desgaste de la grava ≤ 40 (ensayo de Los Ángeles UNE EN 1367-2:98)
- Absorción de agua por los áridos $\leq 5\%$ (UNE 83133:90 y UNE 83134:90)

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE EN 933-1, expresada en porcentaje del peso de la muestra de árido grueso total o de árido fino total, no excederá los valores de la tabla 28.4.1.a. En caso contrario, deberá comprobarse que se cumple la especificación relativa a la limitación del contenido total de finos en el hormigón recogido en el Apartado 31.1 de la Instrucción EHE.



ÁRIDO	PORCENTAJE MÁXIMO QUE PASA POR EL TAMIZ 0,063 mm	TIPOS DE ÁRIDOS
Grueso	1,5%	-Cualquiera
Fino	6%	- Áridos redondeados - Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien a alguna de las clases específicas de exposición Qa, Qb, Qc, E, H y F (1)
	10%	- Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien a alguna de las clases específicas de exposición Qa, Qb, Qc, E y F (1) - Áridos de machaqueo no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa o IIb y no sometidas a ninguna de las clases específicas de exposición Qa, Qb, Qc, E, H y F(1)
	16%	- Áridos de machaqueo calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa o IIb y no sometidas a ninguna de las clases específicas de exposición Qa, Qb, Qc, E, H y F (1)

Antes de comenzar el suministro, HIDROCANTABRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U. podrá exigir al suministrador una demostración satisfactoria de que los áridos a suministrar cumplen los requisitos establecidos anteriormente. El Constructor notificará cualquier cambio en la producción que pudiera afectar a la validez de la información dada.

Cada carga de árido deberá de ir acompañada con los datos del suministro, indicando el nombre del suministrador y cantera, tipo y designación del árido, cantidad de árido suministrado e identificación del lugar de suministro.

Los áridos deberán almacenarse de tal forma que queden protegidos de una posible contaminación ambiental y, especialmente, por el terreno, no debiendo mezclarse de forma incontrolada las distintas fracciones granulométricas. Se recomienda su almacenaje en recintos techados, convenientemente protegidos y aislados. También deberán tomarse las medidas oportunas para eliminar en lo posible la segregación, tanto durante el almacenamiento como durante el transporte.

13.3.3. AGUA

Tanto para el amasado como para el curado de los morteros y hormigones en obra, el agua que se emplee cumplirá las prescripciones del Artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural



(EHE).

Se rechazará el agua que no cumpla las condiciones siguientes:

- Acidez (pH): ≥ 5 .
- Sustancias solubles: ≤ 15 gramos por litro.
- Sulfatos (SO_4^-): ≤ 1 gramo por litro.
- Ión cloruro (Cl^-) para hormigón armado y hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración: ≤ 3 gramos por litro.
- Glúcidos (azúcares y carbohidratos): ni siquiera en cantidades mínimas
- Sustancias orgánicas solubles en éter: ≤ 15 gramos por litro

Las características del agua a emplear y hormigones se comprobarán mediante las series de ensayos que estime pertinente la Dirección de Obra.

13.3.4. HORMIGONES

En los hormigones para armar, la carga de rotura a compresión no será en ningún caso inferior a 25 N/mm² a 28 días.

En hormigones en masa, la carga de rotura a compresión no será en ningún caso inferior a 20 N/mm² a 28 días.

La resistencia del hormigón a compresión se refiere a la resistencia de la unidad de producto o amasada, y se obtiene a partir de los resultados de ensayo de rotura a compresión, en número igual o superior a dos, realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de 28 días de edad, fabricadas a partir de la amasada, conservadas con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE 83301:91 y rotas por compresión según el método de ensayo indicado en la UNE 83304:84.

Cuando las resistencias características citadas anteriormente fuesen distintas de algunas de las citadas en los planos del Proyecto y/o los planos constructivos, se exigirá la mayor.

➤ Dosificación del Hormigón

La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. En casos excepcionales y con autorización expresa de la Dirección de obra, se podrá superar dicho límite, nunca por encima de los 500 Kg/m³.



No se utilizará una relación agua/cemento mayor que la máxima establecida para cada tipo de hormigón y clase de exposición, según artículo 37.3.2 de la Instrucción EHE.

➤ Control del Hormigón

Se realizará un control estadístico del hormigón a fin de comprobar a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

El número mínimo de lotes que deberán muestrearse en obra será de tres, correspondiendo a lotes relativos de los tres tipos de elementos estructurales que figuran en la tabla 88.5.4.1 de la Instrucción EHE, que se detalla a continuación:

Límite superior	TIPO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a compresión (pilares, pilas, muros portantes, pilotes, etc.)	Elementos o grupos de elementos que funcionan fundamentalmente a flexión (vigas, forjados de hormigón, tableros de puente, muros de contención, etc.)	Macizos (zapatas, estribos de puente, bloques, etc.)
Volumen de hormigón	100 m ³	100 m ³	100 m ³
Tiempo de hormigonado	2 semanas	2 semanas	1 semana
Superficie construida	500 m ²	1.000 m ²	—
Número de plantas	2	2	—

El control se realizará determinando la resistencia de un mínimo de 4 probetas, de las cuales dos se ensayarán a 7 días (con carácter informativo) y las otras dos a 28 días, tal y como se especifica en el artículo 30.3 de la instrucción EHE.

La rotura de probetas se hará en un laboratorio, estando el Contratista obligado a retirar las probetas a las 24 horas y transportarlas al laboratorio antes de los 7 días a partir de su confección, sin percibir por ello cantidad alguna.

Si el contratista desea que la rotura de probetas se efectúe en Laboratorio distinto, deberá obtener la correspondiente autorización de la Dirección de Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el cuadro para la unidad de obra que se trate.

La densidad o peso específico que deberán alcanzar todos los hormigones no será inferior a 2,30, y si la media de varias probetas, determinada con el mismo criterio que la resistencia característica, fuese inferior a la exigida en más del 2%, la Dirección de Obra podrá ordenar todas las medidas que juzgue oportunas para corregir el defecto, rechazar el elemento de obra o aceptarlo con una rebaja en el precio de abono.



En caso de dificultad o duda por parte de la Dirección de Obra para determinar esta densidad con probetas o muestras de hormigón tomadas antes de su puesta en obra, se extraerán del elemento de que se trate las que se juzguen precisas.

➤ **Productos químicos**

La adición de productos químicos en mortero y hormigones, con cualquier finalidad, aunque fuera por necesidad, no podrá hacerse sin autorización expresa de la Dirección de Obra, la que podrá exigir la presentación de ensayo o certificación de características a cargo de algún Laboratorio Oficial.

Si, por el contrario, fuese necesario el empleo de algún producto aditivo o corrector, se realizarán en las condiciones que señale la Dirección de Obra.

13.3.5. ACEROS PARA ARMADURAS

El acero soldable para armaduras tendrá un límite elástico aparente igual o superior a 400 N/mm², y su alargamiento repartido de rotura será igual o superior al 14%. No se fisurará plegándolo a 180° sobre un perno cuyo diámetro sea 5 veces el de la barra. Corresponderá al tipo B 400S.

Los aceros serán acopiados en parque adecuado para su conservación, clasificados por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general.

Se tomarán todas las precauciones para que los aceros no estén expuestos a la lluvia, humedad del suelo y eventual agresividad de la atmósfera ambiente.

En el momento de su utilización deberán estar exentos de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o adherencia.

13.3.6. ELEMENTOS Y MATERIALES METÁLICOS

El acero para estructuras será del tipo S 275 JR, o calidad semejante, siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura: Comprendida entre 41 y 56kg/ mm².
- Límite elástico aparente: Superior a 26kg/ mm².
- Alargamiento mínimo de rotura: Longitudinal 22%, transversal 22%.
- Los contenidos en azufre y fósforo: Serán inferiores a 0,055%.



Los electrodos a utilizar para el soldeo serán de cualquiera de los tipos de calidad de estructuras definidos en la norma UNE-EN 499:1995.

La clase, marca y diámetro a emplear serán propuestos por el Contratista a la Dirección de Obra antes de su uso, para su aprobación.

14. TUBERÍA A UTILIZAR EN CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS

14.1. GENERALIDADES

En todas las canalizaciones subterráneas se utilizará tubería de polietileno de alta densidad, corrugado (anillado) exteriormente y liso interiormente, lo que facilita el paso de la guía o de los cables, protegiendo su cubierta.

Además, presenta las siguientes ventajas:

- Dos posibilidades de suministro: rollos de 50 m o barras de 6 m.
- Se adaptan perfectamente a deformaciones del terreno y demás obstáculos.
- Dispone de una guía de polietileno que facilita el paso de la propia guía o cuerda de tiro.
- Por su gran resistencia al aplastamiento, no necesita ser hormigonado. Con un adecuado retacado del terreno es suficiente.
- En el caso de que se requiera su hormigonado, al ser corrugado no existe deslizamiento del tubo, ya que el hormigón penetra en los surcos del mismo.

14.2. CARACTERÍSTICAS

- | | |
|--------------------------------|------------------|
| • Material | Polietileno |
| • Norma | UNE-EN 50086-2-4 |
| • Resistencia al aplastamiento | 450N |
| • Resistencia al impacto | s/Norma |
| • Temperatura de trabajo | -40°C a 100°C |



15. ESTRUCTURAS METÁLICAS

15.1. GENERALIDADES

Todo el aparellaje irá montado sobre los correspondientes soportes metálicos, contruidos a tal fin, fijados a los mismos mediante tornillería de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. El montaje se realizará de acuerdo a los planos de montaje realizados para cada aparato.

Dichos soportes irán atornillados a los pernos de anclaje que se prevrán a tal efecto en las fundaciones de hormigón correspondientes, los cuales se colocarán antes del hormigonado final mediante plantillas.

Estarán perfectamente nivelados tanto en el plano vertical como en el horizontal, pudiendo hacerse las correcciones necesarias mediante las tuercas que se disponen a tal efecto en los pernos de anclaje. La nivelación final se realizará mediante nivel óptico.

Estas estructuras de soporte estarán formadas por perfiles de acero estructural procedente de laminación, debiéndose ajustar a las características correspondientes de la calidad soldable S-275-JR (UNE-EN 10025) o semejante.

El coeficiente de mayoración de cargas se adoptará para los estados de carga definitivos y siempre bajo normas. En consecuencia, para espesores inferiores a 40 mm, y para el tipo de acero indicado, resultan las tensiones admisibles siguientes:

- 1.730 kg/cm²
- 1.950 kg/cm²

15.2. FABRICACIÓN

Se eliminarán las rebabas de laminación en relieve, en todas las zonas que deban estar en contacto con otras en las uniones de las estructuras.

Todos los soportes deberán salir de los talleres en donde se construyan totalmente mecanizados y taladrados, no permitiéndose una vez en el punto de montaje o ya montados ningún tipo de manipulación que no sea el escariado de los taladros para un correcto ensamblado por tornillos.



El aplanado de los perfiles y chapas deberá realizarse con prensa o máquina de rodillos, y no por choque. Cuando excepcionalmente se utilice la maza o martillo, se tomarán las precauciones necesarias para evitar un endurecimiento excesivo del material.

El corte podrá realizarse con sierra o cizalla, debiéndose eliminar posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherente a las operaciones de corte.

Quedará expresamente prohibida la utilización para el corte del arco eléctrico o el soplete.

Deberán, además, tenerse en cuenta las prescripciones siguientes:

- El corte con cizalla sólo se permitirá hasta un espesor máx. de 15 mm.
- Los bordes cortados con cizalla se mecanizarán mediante piedra esmeril, buril o esmerilado posterior, o fresa en una profundidad no superior a 2 mm, a fin de levantar toda la capa de material alterado por el corte.
- Se efectuarán todos los chaflanes y biselados de aristas que se indiquen en los planos, ajustándose a las dimensiones e indicaciones que se fijen en los mismos.

Las tolerancias de las longitudes máximas de los elementos de apoyo, medidas entre taladros extremos serán como mínimo de $(1+0,1L)$ mm, siendo L la longitud expresada en metros.

La fabricación de las estructuras se realizará con la suficiente precisión, de forma que no sea necesario hacer modificaciones durante el montaje para quedar dentro de las tolerancias fijadas por la norma CTE-DB-DE-A.

15.3. TORNILLERÍA

La tornillería de unión de las diferentes partes de las estructuras será de acero inoxidable con objeto de evitar los efectos de corrosión por oxidación. Será de medidas métricas según DIN 7990, con arandelas planas según DIN 7989, siendo la calidad A2 de 210 N/mm² de límite elástico, según norma UNE EN ISO 3506-1:1998.

15.4. SOLDADURAS

Los materiales de soldadura (varillas, electrodos, etc.) serán utilizados teniendo en cuenta las recomendaciones particulares del fabricante.

Antes de iniciar la fabricación, el fabricante de las estructuras realizará cuantas pruebas sean necesarias para la correcta cualificación de los distintos métodos de soldeo manual, automático o



combinación de los mismos, a tope o en ángulo, tanto de procedimientos de soldeo como en homologación de los soldadores que deban intervenir en la misma (según norma UNE o ASME IX).

La garganta de los cordones de soldadura será 0,7 veces el espesor mínimo de las partes a soldar.

Para el montaje en taller de todas las partes que deban soldarse en ángulo habrán de acercarse hasta donde sea factible, y nunca la separación entre las partes será superior a 3mm. Si la separación es de 1,5mm o superior el tamaño de la soldadura será aumentado en los milímetros que mida la separación.

Cuando la junta sea de solape la separación entre las superficies a soldar no será mayor de 1,5mm, se alinearán cuidadosamente las partes a soldar a tope. Las desalineaciones mayores de 3mm serán corregidas, y al hacerse la corrección las partes no se descentrarán más de 2 grados.

15.5. TALADROS

El trazado y taladrado de agujeros deberá permitir el montaje de los diferentes elementos sin forzarlos.

Los agujeros para los tornillos se ejecutarán por punzonado y taladrado, quedando prohibida la utilización para este menester de soplete o arco eléctrico.

El punzonado se permitirá en espesores no superiores a 8mm para taladros inferiores a 17mm, pudiendo, para diámetros superiores punzonar y escariar posteriormente a broca.

Los agujeros no podrán ser ovalados ni cónicos, ni el punzonado debe deformar el angular por embutido del material, debiendo tener el mismo diámetro en ambos extremos, con las tolerancias que más adelante se indican.

Se eliminarán las rebabas que aparezcan en taladrados y punzonados.

La coincidencia de taladros de piezas superpuestas será tal, que permita entrar a los tornillos libremente. Las dimensiones de los taladros serán:

- Para tornillo de 8mm de diámetro, taladro de 10mm de diámetro.
- Para tornillo de 10mm de diámetro, taladro de 12mm de diámetro.
- Para tornillo de 12mm de diámetro, taladro de 14mm de diámetro.
- Para tornillo de 16mm de diámetro, taladro de 18mm de diámetro.



- Para tornillo de 18mm de diámetro, taladro de 20mm de diámetro.
- Para tornillo de 20mm de diámetro, taladro de 23mm de diámetro.

La tolerancia en todos los casos será de +0,4mm sobre el material en negro.

Sea cual sea la forma de realizar los taladros, la tolerancia de irregularidad de separación o de alineación de los agujeros será de 0,5mm como máximo.

15.6. ACABADO FINAL

Todas las estructuras deberán ser protegidas contra la corrosión mediante galvanizado por inmersión en caliente, no admitiéndose piezas protegidas por galvanización en frío.

Quedarán excluidos de esta prescripción los pernos de anclaje a embeber en las fundaciones.

El zinc deberá tener una pureza mínima del 99%. En el 1% máximo de impurezas no deberán existir elementos que alteren la protección de las piezas de acero, ni las propiedades mecánicas de éste.

El contenido máximo de hierro será de 0,03%, el de cadmio 0,30% y el de plomo 0,60%.

Todas las operaciones de corte, punzonado, taladrado y soldeo se realizarán antes del galvanizado. Sólo se aceptará, a posteriori, el escariado de taladros y el repaso de roscas de tuercas.

Las piezas roscadas deberán prepararse antes de la inmersión en el baño, con la tolerancia adecuada para que los filetes, una vez realizado el galvanizado, queden sin alteración y libres de adherencias y homogéneos, de forma que admitan el roscado a mano.

Las piezas con soldaduras se limpiarán con chorro de arena.

Las piezas serán decapadas en baños adecuados para garantizar su limpieza.

El recubrimiento de zinc deberá ser liso, adherente, continuo y completo, estando desprovistas las piezas de ampollas, zonas pulverulentas o no recubiertas, escorias e incrustaciones. No se admitirán elementos con glóbulos o depósitos grandes de zinc que puedan perturbar el ensamblaje normal de las piezas.

El espesor mínimo del recubrimiento de zinc será de 80 micras.

Durante la operación de galvanizado se tomarán las medidas oportunas para lograr que una vez



concluida ésta, las piezas que componen cada estructura conserven su forma y posición relativas sin necesidad de rectificaciones posteriores para devolverlas a su forma primitiva.

Finalmente, a todas las estructuras se les podrá aplicar un barnizado con un tipo de pintura adecuado para aplicar sobre superficies galvanizadas (su aplicación o no, así como el color de la pintura, responderá al criterio del Director de Obra).

15.7. MONTAJE

El montaje se realizará de forma que ningún elemento quede sometido a esfuerzos mayores que aquellos para los que ha sido calculado.

Se pondrá especial cuidado en no dañar la protección de galvanizado de ningún elemento durante el montaje, prohibiéndose el arrastre de piezas por el suelo o descarga de las mismas por basculamiento.



PRESUPUESTO



ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. OBRA CIVIL.....	3
3. OBRAS ELÉCTRICAS	4
4. SEGURIDAD Y SALUD	7
5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	9



1. OBJETO

El objeto de este Documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este proyecto de Ampliación de la Subestación de Tabiella con la colocación de un nuevo Transformador 132/20kV y 50MVA.

En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- 1) La obra civil.
- 2) Las obras eléctricas.
- 3) Seguridad y Salud.

2. OBRA CIVIL

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
1		OBRA CIVIL		
1.1		Cimentaciones		
1.1.1		Partida alzada a justificar para construcción de: Seis (6) zapatas de hormigón, destinadas a la fijación de los soportes de los seccionadores pantógrafos. Tres (3) cimentaciones de hormigón, destinadas a la fijación de los soportes de los aisladores de apoyo. Tres (3) cimentaciones de hormigón, destinadas a la fijación de los soportes de los transformadores de intensidad Tres (3) cimentaciones de hormigón, destinadas a la fijación de los soportes del interruptor automático. Tres (3) cimentaciones de hormigón, destinadas a la fijación de los soportes de las autoválvulas.		
		Total cimentaciones		15.000,00 €
1.2		Canalizaciones		
1.2.1		Partida alzada a justificar para suministro y montaje de 60 m de canaleta mediante bloques y cubierta de hormigón prefabricado para el tendido de cables de mando, protección, control y medida en el exterior.		
1.2.2		Partida alzada a justificar para construcción de 15 m de canalización subterránea multitubular con tres (3) tubos de PE-AD, corrugado exterior, liso interior, de Ø 200 mm embebidos en hormigón, cuya finalidad es el tendido de cables de 20kV entre el embarrado de 20kV a pie del transformador y la distribución de 20kV ubicada en el edificio.		



Total canalizaciones 7.500,00 €

1.3 Muro cortafuegos

1.3.1 1 Ud. de construcción de muro cortafuegos entre fosos de transformadores, de dimensiones 6.000x6.000 mm y resistencia al fuego RF-120. 15.000,00 15.000,00 €

Total muro cortafuegos 15.000,00 €

1.4 Gestión de residuos de construcción y demolición

1.4.1 1 Alquiler de contenedor para escombros procedentes de excavación 1.200,00 1.200,00 €

1.4.2 1 Contenedor de plástico para almacenaje de materiales plásticos y envases 65,00 65,00 €

1.4.3 1 Contenedor metálico para recogida de chatarra 80,00 80,00 €

1.4.4 Partida alzada a justificar para transporte de residuos a planta de recogida y tratamiento 1.650,00 1.650,00 €

Total gestión de residuos de construcción y demolición 2.995,00 €

TOTAL OBRA CIVIL 40.495,00 €

3. OBRAS ELÉCTRICAS

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
2		OBRAS ELÉCTRICAS		
2.1		Estructura metálica		
2.1.1		Partida alzada a justificar para suministro y montaje de estructuras metálicas para los nuevos equipos de la posición de transformador: Seis (6) soportes para seccionadores pantógrafos. Tres (3) soportes para aisladores de apoyo. Tres (3) soportes para transformadores de intensidad. Tres (3) soportes para interruptor. Tres (3) soportes para autoválvulas 132kV. Tres (3) soportes para el embarrado de 20kV. Un (1) soporte para la resistencia de puesta a tierra.		
		Total estructura metálica		15.000,00 €
2.2		Transformador de potencia 132/20kV-50MVA		



2.2.1	1	Suministro y montaje de un (1) transformador de potencia de relación 132/20kV y 50MVA.	485.000,00	485.000,00 €
Total transformador de potencia 132/20kV-50MVA				485.000,00 €
2.3		Aparellaje 132kV		
2.3.1	6	Suministro y montaje de seccionadores pantógrafos, junto a su correspondiente accionamiento eléctrico.	6.000,00	36.000,00 €
2.3.2	3	Suministro y montaje de aisladores de apoyo C8-650.	700,00	2.100,00 €
2.3.3	3	Suministro y montaje transformadores de intensidad.	4.000,00	12.000,00 €
2.3.4	1	Suministro y montaje interruptor automático 132 kV en SF6.	25.000,00	25.000,00 €
2.3.5	3	Suministro y montaje de autoválvulas 132kV.	1.100,00	3.300,00 €
2.3.6	1	Suministro y montaje de seccionador unipolar de puesta a tierra del neutro de transformador.	2.100,00	2.100,00 €
Total aparellaje 132kV				80.500,00 €
2.4		Aparellaje 20kV		
2.4.1	1	Suministro y montaje del seccionador unipolar de puesta a tierra del neutro de transformador.	1.100,00	1.100,00 €
2.4.2	1	Suministro y montaje de resistencia para puesta a tierra del neutro del transformador.	9.000,00	9.000,00 €
2.4.3	3	Pararrayos de óxidos metálicos.	70,00	210,00 €
Total aparellaje 20kV				10.310,00 €
2.5		Embarrado y piezas de conexión		
2.5.1	1	Embarrados 132kV Suministro y montaje de embarrados 132kV con tubo de aleación de aluminio de Ø120/104mm, racores de conexión de "ánodo masivo", tornillería de acero inoxidable y demás material auxiliar.	7.225,00	7.225,00 €
2.5.2	1	Embarrados 20kV Suministro y montaje de embarrados 20kV con tubo de cobre semiduro de Ø63/55mm, racores de conexión de bronce con herrajes, tornillería de acero inoxidable y demás material auxiliar.	3.835,00	3.835,00 €
2.5.3	1	Embarrados puesta a tierra neutro del transformador Suministro y montaje de embarrados neutros del transformador en 132 y 20kV con tubo de cobre de Ø25/20mm, racores de conexión de bronce con herrajes, tornillería de acero inoxidable y demás material auxiliar.	480,00	480,00 €



		Total embarrado y piezas de conexión		11.540,00 €
2.6		Celda de 24kV sobre bancadas metálicas en Sala Módulo Barras A		
2.6.1	1	Suministro y montaje sobre bancada metálica en la Sala A (módulo Barras A) del edificio de la Subestación de celda de 24kV (celda T-9).	30.000,00	30.000,00 €
		Total celda de 24kV sobre bancadas metálicas en Sala Módulo Barras A		30.000,00 €
2.7		Ampliación de red de puesta a tierra		
2.7.1		Partida alzada a justificar para suministro y tendido de cable de cobre desnudo de 120mm ² con salida para varilla de cobre de Ø12mm.	4.500,00	4.500,00 €
		Total ampliación de red de puesta a tierra		4.500,00 €
2.8		Interconexión entre embarrado de 20kV a pie del transformador y la celda de 20kV		
2.8.1		Partida alzada a justificar para suministro y tendido de cable HEPRZ1 18/30 kV 1x400 k + H16, para la interconexión del secundario del transformador de la celda de protección, así como el material auxiliar de montaje.	24.000,00	24.000,00 €
		Total interconexión entre embarrado de 20kV a pie del transformador y la celda de 20kV		24.000,00 €
2.9		Instalación de mando, medida, protección y control		
2.9.1		Partida alzada a justificar para suministro, montaje y cableado en el panel del armario de baja tensión ubicado en la Caseta nº3 del Parque de Intemperie de: a) Unidad de mando, protección y control. Ref. REF-545CC de ABB. b) Protección diferencial del transformador (87-50/51 AT-50/51 BT). Ref. SEL 587 de Schweitzer Engineering Laboratories o similar. c) Protección de sobreintensidad de transformador lado 132kV (51-51N). Ref. SEL 551 de Schweitzer Engineering Laboratories o similar. d) Unidad distribuida de protección diferencial de barras y fallo interruptor (87B+50s 62). Ref. REB-500 de ABB.	9.000,00	9.000,00 €



e) Protección de sobreintensidad de falta a tierra (51G) en 20kV conexionado al transformador de intensidad en la resistencia de p.a.t. del neutro en 20kV. Tipo REJ-521 de ABB o similar.

f) Relé de bloqueo y disparo (86). Tipo BJ8 de Arteché o similar.

g) Relé de alarma (74), prevista para 16 alarmas, con sistema de tratamiento de alarmas incorporado.

h) Contador (Wh-VArh).

Total instalación de mando, medida, protección y control **9.000,00 €**

2.10 Cables de mando, medida, protección y control

Partida alzada a justificar para suministro de los cables de mando, medida, protección y control para interconexión entre los distintos aparatos de la nueva zona y entre los mismos y el panel del cuadro de baja tensión situado en la Caseta N°3 del Parque de Intemperie.

2.10.1 9.000,00 9.000,00 €

Total cables de mando, medida, protección y control **9.000,00 €**

TOTAL OBRAS ELÉCTRICAS **687.850,00 €**

4. SEGURIDAD Y SALUD

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
3		SEGURIDAD Y SALUD		
3.1		Protecciones personales		
3.1.1	10	Casco de seguridad	4,00	40,00 €
3.1.2	3	Pantalla facial	15,00	45,00 €
3.1.3	10	Gafas antiproyecciones	10,00	100,00 €
3.1.4	20	Protectores auditivos (tapón)	0,50	10,00 €
3.1.5	3	Protectores auditivos (casco)	15,00	45,00 €
3.1.6	20	Mascarillas papel	0,75	15,00 €
3.1.7	4	Arnés seguridad tipo sujeción	60,00	240,00 €
3.1.8	6	Pares guantes flor vacuno	25,00	150,00 €
3.1.9	30	Pares guantes serraje	2,00	60,00 €
3.1.10	10	Pares botas seguridad	25,00	250,00 €
3.1.11	6	Pares botas agua	20,00	120,00 €
3.1.12	10	Trajes trabajo (pantalón, cazadora, dos camisas) en tela ignífuga	65,00	650,00 €
3.1.13	6	Trajes impermeables (pantalón y parka)	15,00	90,00 €
		Total protecciones personales		1.815,00 €



3.2		Protecciones colectivas		
3.2.1	100	m.l. de cinta señalizadora con p/proporcional de soportes	0,30	30,00 €
3.2.2	15	m.l. de valla de protección de zanjas y otros usos, con p/proporcional de chapa para protección de pasos	15,00	225,00 €
3.2.3	2	Mamparas antiproyecciones	60,00	120,00 €
3.2.4	10	Carteles indicativos riesgo eléctrico	6,00	60,00 €
3.2.5	3	Extintores	45,00	135,00 €
3.2.6	2	Verificador de tensión	175,00	350,00 €
3.2.7	3	Equipo de p.a.T. y pértigas	280,00	840,00 €
3.2.8	20	Horas/hombre para el mantenimiento y reposición de protecciones	20,00	400,00 €
		Total protecciones colectivas		2.160,00 €
3.3		Medicina preventiva y primeros auxilios		
3.3.1	10	Reconocimientos médicos	80,00	800,00 €
3.3.2	3	Botiquines primeros auxilios completos	40,00	120,00 €
3.3.3	1	Reposición de medicamentos y utensilios en cada botiquín	60,00	60,00 €
3.3.4	2	Camillas evacuación accidentados	96,00	192,00 €
		Total medicina preventiva y primeros auxilios		1.172,00 €
3.4		Formación, coordinación y reuniones de seguridad		
3.4.1	20	Horas técnico en formación de seguridad	30,00	600,00 €
3.4.2	10	Horas en reuniones de seguridad	30,00	300,00 €
		Total formación, coordinación y reuniones de seguridad		900,00 €
3.5		Instalaciones para uso del personal		
3.5.1	1	Ud. de caseta prefabricada para aseo y vestuarios	700,00	700,00 €
3.5.2	1	Ud. de caseta prefabricada para almacén de materiales y taller	700,00	700,00 €
3.5.3	20	Horas limpieza y conservación de instalaciones	20,00	400,00 €
3.5.4	1	Ud. de calentador instantáneo	300,00	300,00 €
3.5.5	2	Ud. de recipiente con tapa para desperdicios	7,00	14,00 €
		Total instalaciones para uso del personal		2.114,00 €
		TOTAL SEGURIDAD Y SALUD		8.161,00 €



5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Descripción	P/Total (€)
RESUMEN DEL PRESUPUESTO		
1	Obra civil:	40.495,00 €
2	Obras eléctricas:	687.850,00 €
3	Seguridad y Salud:	8.161,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:		736.506,00 €
Gastos Generales (13%):		95.745,78 €
Beneficio Industrial (6%)		44.190,36 €
TOTAL:		876.442,14 €
IVA (21%):		184.052,85 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:		1.060.494,99 €

El presupuesto de ejecución por contrata del presente proyecto de Ampliación de la Subestación de Tabiella con la colocación de un nuevo transformador 132/20kV y 50MVA asciende, por tanto, a la cantidad de **UN MILLÓN SESENTA MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON NOVENTA Y NUEVE EUROS**.

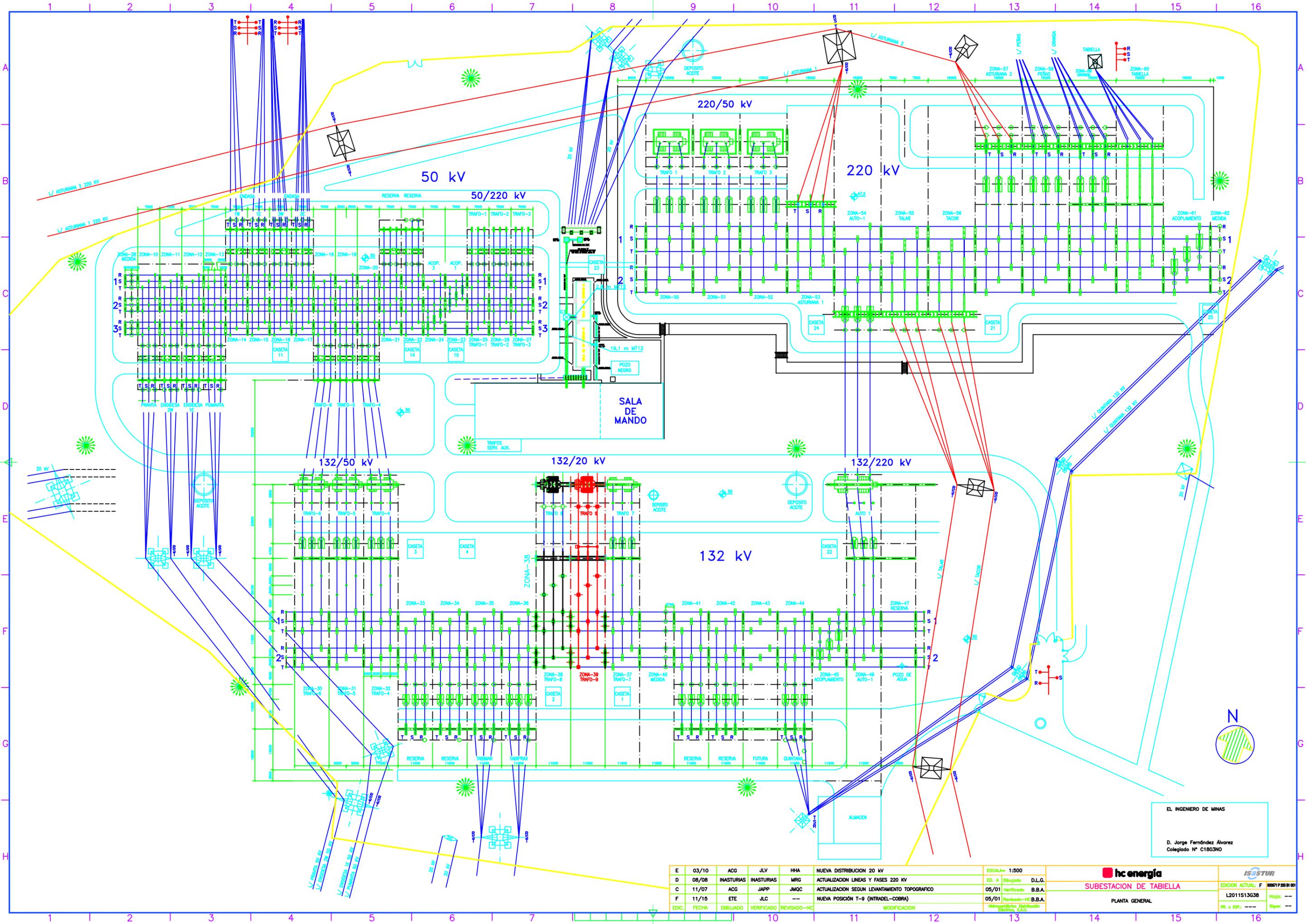


PLANOS



ÍNDICE DE PLANOS

- L2016S01G01 Planta General
- L2016S01G02 Implantación General
- L2016S01G03 Situación
- L2016S01G04 Emplazamiento
- L2016S01G05 Planta y Secciones Aparellaje, Estructuras y Conductores
- L2016S01E901 Unifilar Simplificado 220/132/50 kV
- L2016S01E902 Unifilar General 132 kV
- L2016S01E903 Unifilar General 20 kV



EL INGENIERO DE MINAS
 D. Jorge Fernández Álvarez
 Colegiado N° C1803NO

E	03/10	ACG	JLV	HHA	NUEVA DISTRIBUCION 20 kV
D	08/08	INASTURIAS	INASTURIAS	MRG	ACTUALIZACION LINEAS Y FASES 220 kV
C	11/07	ACG	JAPP	JMQC	ACTUALIZACION SEGUN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
F	11/15	ETE	JLC	--	NUEVA POSICION T-9 (INTRADEL-COBRA)
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO	HC

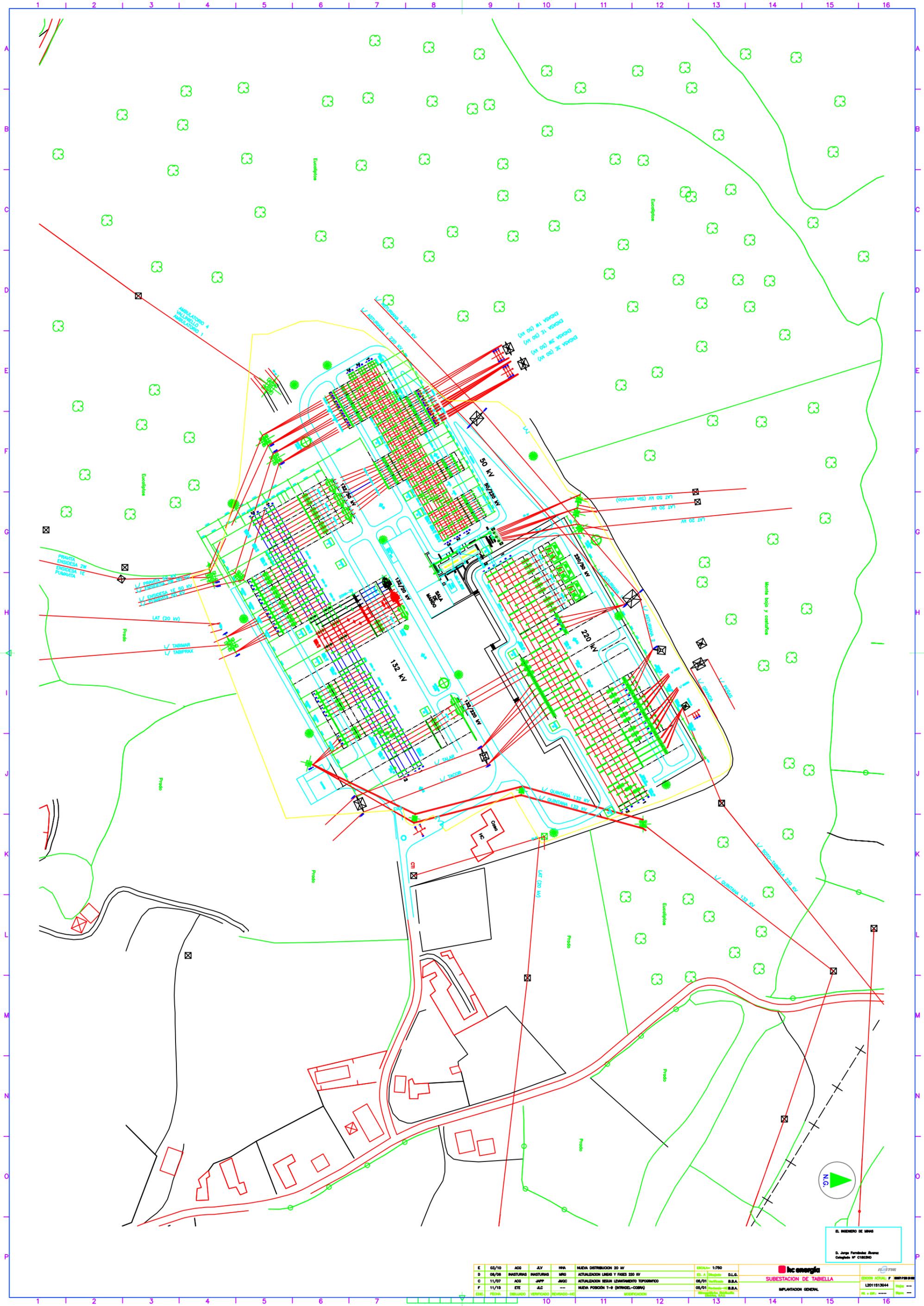
ESCALA=	1:500
ED. A	Dibujado D.L.G.
05/01	Verificado B.B.A.
05/01	Revisado HC B.B.A.
HidrogenMeyros Distribución Eléctrica, S.A.U.	

hc energía

SUBSTACION DE TABIELLA

PLANTA GENERAL

EDICION ACTUAL:	F	80071P 200 B1 001
L2011S13G3B	Hoja:	--
PR. e EXP.:	--	Sigue: --

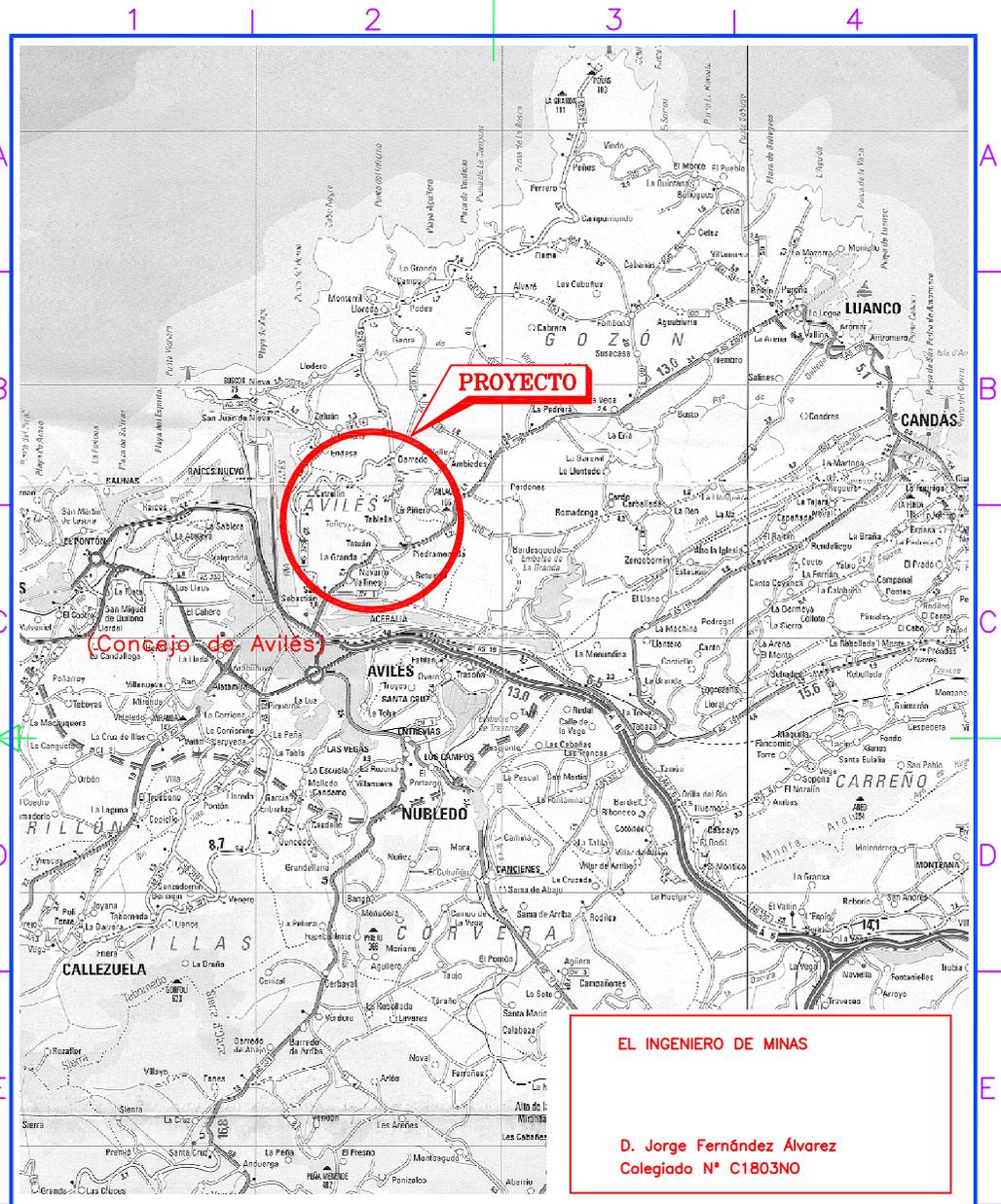


E	05/10	ADD	ALV	MM	MEJOR DISTRIBUCION 50 KV	ESCALA= 1/750	ED. A	INGENIERO	D.L.A.	ELABORADO	EDICION ACTUAL	F	REVISADO
D	05/08	MANUTEN	MANUTEN	MM	ACTUALIZACION LINEAS Y PUNOS 220 KV	ED. A	INGENIERO	D.L.A.	ELABORADO	EDICION ACTUAL	F	REVISADO	
C	11/07	ACC	JAPP	MM	ACTUALIZACION SEGUN LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	ED. A	INGENIERO	D.L.A.	ELABORADO	EDICION ACTUAL	F	REVISADO	
F	11/15	ETE	A.C.	---	MEJORA POSICION T-9 (ENTRADA-CORRO)	ED. A	INGENIERO	D.L.A.	ELABORADO	EDICION ACTUAL	F	REVISADO	
EDIC.	FECHA	DISEÑADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION	EDICION	FECHA	DISEÑADO	VERIFICADO	REVISADO	MODIFICACION	EDICION	FECHA

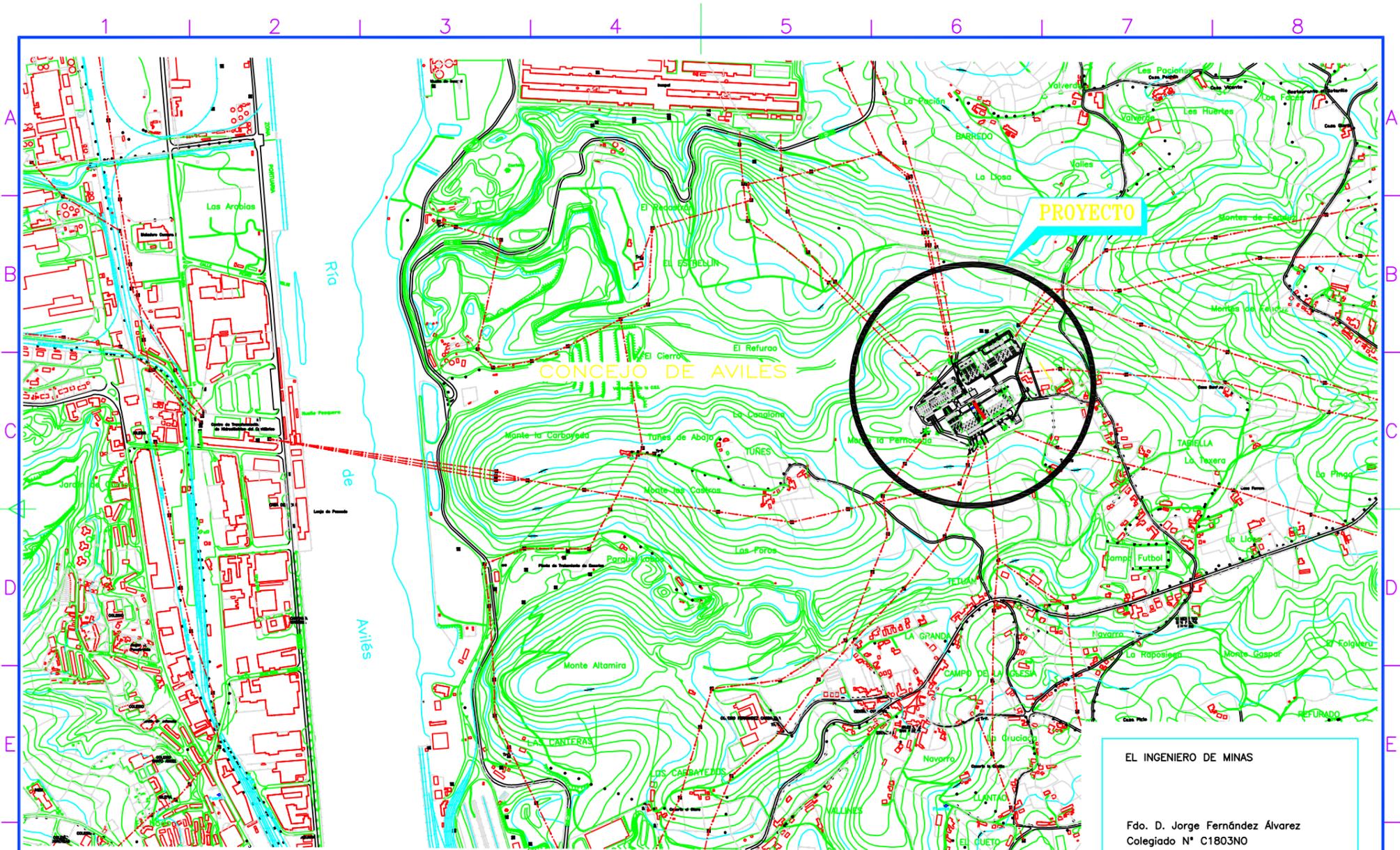
EL INGENIERO DE OBRAS
 D. Jorge Fernández Armas
 Colegiado N° 018390



hc energia
 SUBESTACION DE TABIELLA
 IMPLANTACION GENERAL



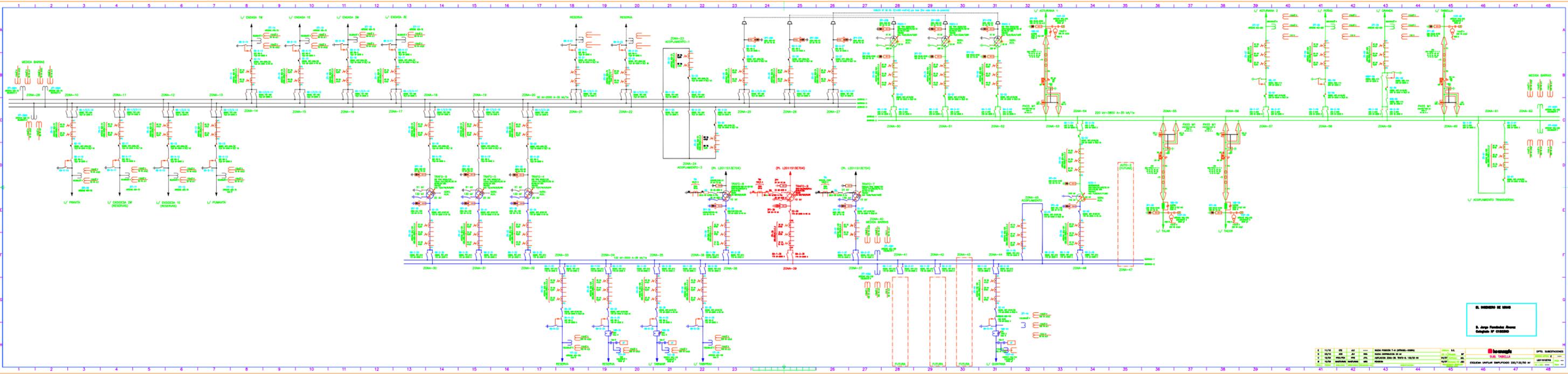
B							
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO-HC	MODIFICACION		
ESCALA= 1:100.000							
ED. A	Dibujado	ETE	SUB. TABIELLA			EDICION ACTUAL: A	--
11/15	Verificado	JLC	PROYECTO AMPLIACION ZONA-39. TRAF0 T-9 132/20 kV (Concejo de Avilés)			L-----	Hoja: --
11/15	Revisado-HC	---	SITUACION			PR. o EXP.: ---	Sigue: --
Hidroantibrico Distribución Eléctrica, S.A.U.							



EL INGENIERO DE MINAS

Fdo. D. Jorge Fernández Álvarez
Colegiado N° C1803NO

E						ESCALA=1:10.000	<p>SUB. TABIELLA</p> <p>PROYECTO AMPLIACION ZONA-39. TRAF0-9. 132/20 kv (Concejo de Avilés)</p> <p>EMPLAZAMIENTO</p>	EDICION ACTUAL: A	---
D						ED. A Dibujado ETE		L-----	Hoja: --
C						11/15 Verificado JLC			
B						10/15 Revisado-HC ---			
EDIC.	FECHA	DIBUJADO	VERIFICADO	REVISADO-HC	MODIFICACION	Hidrocarbónico Distribución Eléctrica, S.A.U.		PR. o EXP.: ---	Sigue: --



B. SISTEMA DI C.A.B. (C.A.B. SYSTEM)
 B. Impianto Elettrico (Electrical System)
 Disegnato in CAD (Designed in CAD)

NO.	DESCRIZIONE	UNITA'	QUANTITA'	VALORE	TOTALE
1	INTERRUTTORI	1000A	10	1000	10000
2	INTERRUTTORI	630A	20	630	12600
3	INTERRUTTORI	400A	30	400	12000
4	INTERRUTTORI	250A	40	250	10000
5	INTERRUTTORI	160A	50	160	8000
6	INTERRUTTORI	100A	60	100	6000
7	INTERRUTTORI	63A	70	63	4410
8	INTERRUTTORI	40A	80	40	3200
9	INTERRUTTORI	25A	90	25	2250
10	INTERRUTTORI	16A	100	16	1600
11	INTERRUTTORI	10A	110	10	1100
12	INTERRUTTORI	6A	120	6	720
13	INTERRUTTORI	4A	130	4	520
14	INTERRUTTORI	2.5A	140	2.5	350
15	INTERRUTTORI	1.6A	150	1.6	240
16	INTERRUTTORI	1A	160	1	160
17	INTERRUTTORI	0.63A	170	0.63	107.1
18	INTERRUTTORI	0.4A	180	0.4	72
19	INTERRUTTORI	0.25A	190	0.25	47.5
20	INTERRUTTORI	0.16A	200	0.16	32
21	INTERRUTTORI	0.1A	210	0.1	21
22	INTERRUTTORI	0.063A	220	0.063	13.86
23	INTERRUTTORI	0.04A	230	0.04	9.2
24	INTERRUTTORI	0.025A	240	0.025	6
25	INTERRUTTORI	0.016A	250	0.016	4
26	INTERRUTTORI	0.01A	260	0.01	2.6
27	INTERRUTTORI	0.0063A	270	0.0063	1.701
28	INTERRUTTORI	0.004A	280	0.004	1.12
29	INTERRUTTORI	0.0025A	290	0.0025	0.725
30	INTERRUTTORI	0.0016A	300	0.0016	0.48
31	INTERRUTTORI	0.001A	310	0.001	0.31
32	INTERRUTTORI	0.00063A	320	0.00063	0.2016
33	INTERRUTTORI	0.0004A	330	0.0004	0.132
34	INTERRUTTORI	0.00025A	340	0.00025	0.085
35	INTERRUTTORI	0.00016A	350	0.00016	0.056
36	INTERRUTTORI	0.0001A	360	0.0001	0.036
37	INTERRUTTORI	0.000063A	370	0.000063	0.02316
38	INTERRUTTORI	0.00004A	380	0.00004	0.0152
39	INTERRUTTORI	0.000025A	390	0.000025	0.00975
40	INTERRUTTORI	0.000016A	400	0.000016	0.0064
41	INTERRUTTORI	0.00001A	410	0.00001	0.0041
42	INTERRUTTORI	0.0000063A	420	0.0000063	0.0026016
43	INTERRUTTORI	0.000004A	430	0.000004	0.00172
44	INTERRUTTORI	0.0000025A	440	0.0000025	0.0011
45	INTERRUTTORI	0.0000016A	450	0.0000016	0.000704
46	INTERRUTTORI	0.000001A	460	0.000001	0.00046
47	INTERRUTTORI	0.00000063A	470	0.00000063	0.00029816
48	INTERRUTTORI	0.0000004A	480	0.0000004	0.000192



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud tiene por objeto establecer unas directrices básicas a las empresas contratistas a fin de que lleven a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales durante la ejecución de la obra de ampliación, mediante la instalación de un tercer transformador de potencia, del parque de intemperie de 132/20 kV de la Subestación de Tabiella, situada en el término municipal del mismo nombre (Avilés - Principado de Asturias), facilitando su desarrollo bajo el control de la dirección facultativa, de acuerdo al Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción.

Su objetivo es eliminar las condiciones peligrosas, así como la sensibilización de todas las personas que intervienen en los trabajos para eliminar actos peligrosos, pudiendo llegar al término de la obra sin accidentes.

Según el Artículo 4 del citado Real Decreto, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d) Las obras en túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.

En aplicación de este Estudio, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio.

ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a las relacionadas con los Trabajos con Riesgos Especiales, según el Artículo 2, apartado b) del citado Real Decreto, y aplica a la



obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de las mismas.

DOCUMENTOS

El presente Estudio de Seguridad y Salud está compuesto por los siguientes documentos:

1. Memoria
2. Pliego de Condiciones
3. Presupuesto
4. Planos



ÍNDICE

Documento Nº1: MEMORIA	6
1. OBJETO	7
2. DATOS GENERALES	7
2.1. PROPÓSITO Y APLICACIÓN	7
2.2. SITUACIÓN Y PROPIEDAD	7
2.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS	7
2.4. TIPOS DE TRABAJO	8
2.5. ACTIVIDADES PRINCIPALES.....	8
2.6. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	9
2.7. PRESUPUESTO	9
2.8. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO	9
2.9. OFICIOS.....	9
2.10. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES	10
3. EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	11
3.1. RIESGOS GENERALES	11
3.2. RIESGOS DERIVADOS DE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS.....	12
3.3. RIESGOS DERIVADOS DEL USO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.....	16
4. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	18
4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS	19
4.2. PROTECCIONES PERSONALES	35
4.3. CONTROLES Y REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD.....	36
5. MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA RIESGOS ELÉCTRICOS	36
5.1. RIESGOS PREVESIBLES	36
5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS	36
5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS	40
6. FORMACIÓN DEL PERSONAL	40
6.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA	41
6.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS	41
7. REUNIONES DE SEGURIDAD	41
8. MEDICINA ASISTENCIAL	42
8.1. CONTROL MÉDICO.....	42
8.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	42
8.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES.....	43
Documento Nº2: PLIEGO DE CONDICIONES	44
1. OBJETO	45
2. DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS.....	45



3.	DISPOSICIONES DE HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.	47
4.	CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	47
4.1.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	48
4.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS	48
5.	NORMAS DE SEGURIDAD.....	49
5.1.	REPLANTEO Y SEÑALIZACIÓN	49
5.2.	CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES.....	49
5.3.	MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	50
5.4.	REFORMA DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA.....	50
5.5.	MONTAJE DEL TRANSFORMADOR.....	51
5.6.	IZADO DE CARGAS	51
5.7.	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS	51
6.	NORMAS DE COMPORTAMIENTO	51
6.1.	NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO.....	52
6.2.	NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO POR OFICIOS O ACTIVIDADES	52
7.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	55
8.	CONTROL DE ACCESO A OBRA	57
9.	ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN	59
10.	SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	62
	Documento N°3: PRESUPUESTO	63
11.	OBJETO	64
12.	PROTECCIONES PERSONALES	64
13.	PROTECCIONES COLECTIVAS	64
14.	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	65
15.	FORMACIÓN, COORDINACIÓN Y REUNIONES DE SEGURIDAD.....	65
16.	INSTALACIONES PARA USO DEL PERSONAL	65
17.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	66
	Documento N°4: PLANOS.....	67



Documento N°1: MEMORIA



1. OBJETO

La presente Memoria tiene por objeto describir las condiciones generales de trabajo y las actividades concretas a realizar en el Proyecto de Ampliación de la Subestación de Tabiella, así como analizar los riesgos previsibles y las actuaciones encaminadas a evitarlos, estableciendo los medios asistenciales necesarios para minimizar las consecuencias de los accidentes que pudieran producirse.

2. DATOS GENERALES

2.1. PROPÓSITO Y APLICACIÓN

El Proyecto a desarrollar consiste en la instalación de un tercer transformador de potencia en el parque de intemperie de 132/20kV de la Subestación de Tabiella, ubicada en el término municipal del mismo nombre.

2.2. SITUACIÓN Y PROPIEDAD

La instalación, objeto de este Proyecto, se ubicará en la zona N° 39 del parque de intemperie de la Subestación de Tabiella, propiedad de HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., situada en Tabiella, concejo de Avilés, Principado de Asturias.

La zona N° 39, actualmente en reserva, es colindante con la zona de los transformadores T-8 y T-7, zonas 38 y 37 respectivamente.

2.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones ambientales del emplazamiento serán las siguientes:

- Altura sobre el nivel del mar: <500m
- Tipo de zona: A (ITC-LAST 07; punto 3.1.3)
- Temperaturas extremas: +40°C/-5°C
- Velocidad máxima del viento: 120km/h
- Contaminación ambiental: Media
- Nivel de niebla: Medio-Alto



2.4. TIPOS DE TRABAJO

El trabajo a realizar, por Contratistas en distintas especialidades, para la ejecución del citado Proyecto, consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases de construcción:

- Trabajos de obra civil, con ejecución de zapatas de hormigón armado y estructura metálica.
- Trabajos de obra civil para ejecución de fosos con paredes y solera de hormigón armado sobre los que se montarán las bancadas metálicas destinadas al montaje y fijación de las celdas de 24kV.
- Montaje de suelo técnico
- Trabajos de obra civil para sustitución de puertas, saneamiento de paredes y techos y pintura.
- Ejecución de canalizaciones subterráneas multitubulares.
- Montaje de estructuras metálicas.
- Montaje electromecánico de celdas compactas aisladas en SF₆, con envolvente metálica.
- Tendido, ejecución de empalmes y conexionado de cables de MT (18/30 y 12/20kV).
- Descarga y montaje de transformador de potencia con peso aproximado de 47,8tm. Llenado de aceite mediante filtro.
- Montaje de transformadores MT/BT para SSAA.
- Montaje de instalaciones auxiliares y cableado de las mismas.
- Ensayo cables de MT (18/30 y 12/20kV).
- Ensayo de las nuevas celdas de 24kV.
- Conexión a la toma de tierra existente y montaje de los circuitos correspondientes para la conexión a tierra de los nuevos equipos.
- Medición de las tensiones de paso y contacto aplicadas.
- Verificaciones, pruebas y puesta en servicio de la nueva instalación.
- Desmontaje de instalaciones existentes.

2.5. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos son básicamente las siguientes:



- Ejecución de la obra civil necesaria, incluso la construcción de canalizaciones multitubulares subterráneas.
- Montaje de estructuras metálicas
- Montaje de celdas de 24kV.
- Tendido, empalmes y conexionado de los cables de MT (18/30 y 12/20kV).
- Descarga, montaje y conexionado de transformador de potencia sobre foso apagafuegos. Peso aproximado 47,8tm. Llenado de aceite mediante filtro.
- Montaje y conexionado de transformadores MT/BT para SSAA.
- Montaje de instalaciones auxiliares y cableado de las mismas.
- Puesta a tierra de los nuevos equipos
- Izado de cargas mediante grúa.
- Puesta en servicio de la instalación.
- Desmontaje de las instalaciones existentes

2.6. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución del presente Proyecto asciende a 144 días.

2.7. PRESUPUESTO

El importe de ejecución de la nueva obra asciende a 1.060.494,99 € (UN MILLÓN SESENTA MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y CUATRO CON NOVENTA Y NUEVE EUROS).

2.8. NÚMERO DE OPERARIOS PREVISTO

El número aproximado de trabajadores totales previstos, para realizar las distintas actividades del Proyecto, será de diez (10), estimándose una punta máxima de seis (6) trabajadores simultáneamente.

2.9. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo. Mando de Brigada.



- Maestro de obra (encargado de la obra civil).
- Albañiles.
- Pintores.
- Montadores eléctricos.
- Gruistas.

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra.
- Técnicos de ejecución / Control de Calidad / Seguridad.
- Encargados.
- Administrativos.

2.10. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Camión de transporte.
- Camión grúa.
- Grupo electrógeno.
- Taladros de mano.
- Amoladoras.
- Aparejo de elevación.
- Equipo de izado
- Grúa autopropulsada.

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Gatos.
- Mangueras de cable aislado.



- Trácteles y Pull-lift.
- Estrobos.
- Cabestrante.
- Grupo electrógeno.

Equipos de medida:

- Polímetro.
- Medidor de aislamiento.
- Equipo de prueba de protecciones eléctricas.
- Equipo de medición de tensiones de paso y de contacto.
- Emisoras.
- Laboratorio móvil para ensayo de cables de MT, de hasta 18/30kV y para el ensayo de las celdas de 24kV al 80% de la tensión de ensayo a frecuencia industrial (40kV/50Hz/1min).

3. EVALUACIÓN DE RIESGOS

A continuación se analizan los riesgos previsible inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares, manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas y equipos de soldeo eléctrico.

Se analizan primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después se seguirá con el análisis de los riesgos específicos de cada actividad.

3.1. RIESGOS GENERALES

Se entienden como riesgos generales aquellos que puedan afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen.

Se prevén los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.



- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Trabajos en proximidades de Alta Tensión.
- Quemaduras por contactos térmicos.

3.2. RIESGOS DERIVADOS DE ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

Comprende los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas. Este personal estará por tanto expuesto a los riesgos generales indicados en el Apartado 3.1, más los específicos de su actividad.

Además de los generales anteriormente citados, las actividades más significativas y los riesgos inherentes a las mismas son las siguientes:

Excavaciones

- Desprendimientos o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por maquinas o vehículos.
- Colisiones o vuelcos de maquinaria.
- Caída a distinto nivel.
- Exposición al ruido.
- Inhalación de polvo
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.

Manipulación de materiales

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

Trabajos con hormigón

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.



- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocuación por ambientes húmedos.

Transporte y manipulación de materiales en obra

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

Maniobras de izado y montaje de andamios

- Caída de materiales: elementos que conforman los andamios (bandejas portapisos, tubos, etc.) y tuberías, por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobadado o desestrobadado de las piezas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, embarrados, etc.).
- Caída o vuelco de los medios de elevación.

Vertido mediante canaleta y/o a mano

- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Atrapamiento por partes móviles de los equipos.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.



- Caídas a diferente nivel.
- Caídas al mismo nivel.

Montaje electromecánico de equipos auxiliares

- Golpes con equipos durante su transporte.
- Atrapamiento durante montaje.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos directos con partes activas en baja tensión.

Izado de material con grúa

- Golpe o atrapamiento por carga suspendida.
- Golpe, atrapamiento o aplastamiento por caída de carga suspendida.
- Vuelco de grúa.
- Atropello por vehículo
- Golpe con partes salientes de la grúa.
- Atrapamiento por estrobos o cadenas.

Montaje de transformador

- Desprendimiento de carga durante su izado y colocación.
- Caída desde distinto nivel durante montaje de pasatapas y demás equipamiento de la máquina.
- Proyección de aceite a ojos.
- Dermatitis por contacto con aceite.
- Incendio en procesos de tratamiento de aceite.
- Sobreesfuerzos.

Montaje, nivelación, ensamblaje y fijación de celdas de 24 kV sobre bancada metálica

- Golpe con equipos durante el transporte
- Atrapamiento durante el montaje.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.



- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Torceduras por caída o pisada en el foso para el montaje de la bancada soporte de las celdas, salidas de cables de MT y montaje de equipos auxiliares.

Tendido, empalmes y conexionado de cables de MT

- Sobreesfuerzos.
- Atrapamiento entre equipos durante la descarga.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Atropello por vehículos en tendidos por viales con tráfico.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.

Montaje y cableado de instalaciones auxiliares

- Atrapamiento entre equipos.
- Golpe contra equipos durante el transporte.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Caídas de personal a distinto nivel.
- Caídas de personal al mismo nivel.
- Proyección de partículas en los ojos.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Torceduras por caída o pisada en el foso para el montaje de la bancada soporte de las celdas, salidas de cables de MT y montaje de equipos auxiliares.

Medición de las tensiones de paso y contacto

- Golpe con maza para la colocación de picas.
- Contacto eléctrico indirecto durante la inyección de corriente.
- Señalizar el entorno de las picas, indicando el riesgo de contacto eléctrico.

Ensayo de cables de MT



- Sobreesfuerzos.
- Caídas a diferente nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Trabajos simultáneos.

Ensayo celdas 24kV

- Sobreesfuerzos.
- Caída a diferente nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

Desmontaje instalaciones existentes

- Contactos directos e indirectos con partes en alta tensión.
- Contactos directos e indirectos con partes en baja tensión.
- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Golpes contra objetos.
- Golpe con equipos durante el transporte.
- Atrapamientos entre objetos.
- Golpe o atrapamiento por carga suspendida.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Trabajos en proximidades de Alta Tensión.

3.3. RIESGOS DERIVADOS DEL USO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

A continuación se exponen los riesgos que, además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y medios auxiliares reflejados en el Apartado 2.10.

Equipos y herramientas eléctricas



- Riesgos derivados de trabajar con elementos en tensión eléctrica y que puedan producir accidentes por contactos eléctricos (directos e indirectos).
- Caídas de personal al mismo o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyección de partículas.

Medios de elevación

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Caída de la carga por rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura o vuelco del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

Andamios, plataformas y escaleras

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).

Equipos de soldadura eléctrica y oxiacetilénica

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos, humos y gases tóxicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes o de cuerpos extraños.
- Contactos directos o indirectos con la energía eléctrica.

Herramientas de mano

- Lesiones por uso inadecuado de las herramientas.
- Proyección de partículas.

Cabestrante y máquina de freno



- Atrapamiento por cable de tiro.
- Incendio durante el repostaje de combustible.
- Exposición al ruido.
- Quemaduras con partes del motor y del circuito hidráulico.
- Proyecciones de aceite.
- Sobreesfuerzo.
- Caída al mismo nivel.

Grupo electrógeno

- Exposición al ruido.
- Incendio durante el repostaje de combustible.
- Contacto eléctrico.
- Quemaduras con partes del motor.
- Sobreesfuerzo.

Laboratorio móvil para ensayo de cables de MT

- Contacto eléctrico.
- Caídas al mismo nivel.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos reflejados en el Apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, ya sea por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Es decir: factor humano y factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, que se basa fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del Proyecto, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales, será analizada con mayor detenimiento en otros puntos de este Estudio de Seguridad y Salud.

En cuanto a la actuación sobre el factor técnico, se fundamentará en los siguientes aspectos:

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.



Sobre la base de los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, se analizan a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos:

4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

Siempre que sea posible, se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, pues su eficiencia es muy superior a la de las protecciones individuales.

Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

4.1.1. RIESGOS GENERALES

A continuación se detallan las medidas de seguridad a adoptar para la protección de los riesgos que se consideran comunes a todas las actividades:

- Con carácter general y en evitación de riesgos a terceros, se señalarán convenientemente, balizando e impidiendo la entrada de personas ajenas a las zonas de trabajo, indicándose mediante carteles bien visibles la *“prohibición del acceso a las obras de toda persona ajena a las mismas”*.
- Acotamiento y señalización de la zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se señalarán y delimitarán adecuadamente los huecos que puedan suponer algún riesgo de caída para los trabajadores o terceros, mediante cintas delimitadoras, vallas o barandillas, cadenas, etc., complementadas con carteles de aviso figurativos o descriptivos. Si es posible, se taparán los huecos con chapas metálicas o maderas resistentes.
- En cada zona de trabajo se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- En los puestos de trabajo que generen riesgo de proyecciones (de partículas o por arco de soldadura) a terceros, se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados y fuera del tránsito de personas y máquinas, los materiales, cables y mangueras, para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.



- Se eliminarán los desperdicios, materiales sobrantes y de desecho que se produzcan, depositándolos en recipientes adecuados y de forma periódica, de manera que la zona de trabajo se encuentre siempre en buenas condiciones de uso.
- Se mantendrán las zonas de trabajo y de tránsito libres de materiales resbaladizos (grasas, aceites, etc.).
- Se mantendrá todo el material, herramientas y equipos, almacenado o colocado de forma estable y segura para evitar que ruede o caiga.
- Se mantendrá libre el acceso a todas las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Se aplicarán las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que se detallan más adelante.
- Se respetará la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.

4.1.2. RIESGOS ESPECÍFICOS

Las protecciones colectivas y medidas preventivas para la protección de estos riesgos son las siguientes:

Excavaciones

- En terrenos blandos, se entibaran todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5m.
- Se señalizarán y protegerán las excavaciones, en cuya proximidad deban circular personas, con barandillas resistentes de 90cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2m del borde de la excavación.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasaran en 1m el borde de estas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejados por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, el cual será responsable asimismo, de la adecuada conservación de su máquina.

Movimiento de tierras



- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible, ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonal de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20km/h.
- No se transportarán personas en la maquinaria, salvo que esta, este diseñada para ello.

Trabajos en altura

Dada la gravedad de las consecuencias que generalmente se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y convenientemente remarcar las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos de altura.

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que estas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.
- Si se utilizan andamios como plataforma de trabajo, proteger los mismos con barandillas de 90cm de alto como mínimo, listón intermedio y rodapiés, con altura mínima de 15cm.
- Utilizar recipientes para manipular y almacenar pequeños materiales y herramientas.
- Aquellas herramientas que no se utilicen, deberán guardarse en la bolsa portaherramientas.
- No almacenar en las plataformas más que los materiales indispensables.
- Prestar especial atención a las cargas suspendidas en grúas, polipastos, cabrestantes, etc., y a los movimientos de maniobra de dichas máquinas.

Para evitar la caída de personas:



- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o borde de plataforma, por los que pudieran producirse caídas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- En altura (más de 2m) es obligatorio utilizar arnés de seguridad. Este estará anclado a elementos fijos o móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia. Si la altura lo permite, la unión entre el arnés y el punto de fijación se realizará mediante un elemento amortiguador.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para fijación de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras.

Respecto a la utilización de andamios fijos:

- Inspeccionar el andamio antes de su puesta en servicio, periódicamente y tras cualquier modificación.
- El piso del andamio tendrá como mínimo una anchura de 60cm.
- Cuando las plataformas de trabajo estén formadas por tabloneros o plataformas, éstos tendrán una anchura mínima de 20cm y 7cm de grosor y se dispondrán de forma que no puedan moverse ni den lugar a vuelcos o desplazamientos.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en el R.D. 1627/1997 y R.D. 486/1997, destacando entre otras:
 - Superficie de apoyo horizontal y resistente.
 - Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre los andamios.
 - Arriostarlos a partir de la altura técnicamente necesaria.(3m)
 - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
 - No apoyar sobre superficies frágiles.

Respecto a la utilización de escaleras manuales:



- No utilizar escaleras metálicas o con elementos conductores accesibles para trabajos en instalaciones eléctricas o en su proximidad, debiendo utilizarse las de fibra de vidrio o en su defecto de madera.
- Comprobar el buen estado de la escalera antes de utilizarla (solidez, estabilidad, seguridad y aislamiento).
- No colocar la escalera sobre apoyos de dudosa estabilidad, tales como barriles, cajas, materiales, etc. con el fin de ganar altura.
- Inmovilizar la escalera por su parte superior.
- Limpiar los peldaños, al igual que las suelas del calzado de quien use la escalera, de toda materia deslizante.
- Ascender y descender por la escalera con las manos libres y de frente a la misma.
- No inclinarse exageradamente para alcanzar un punto distante de la escalera. En este caso, hay que desplazarla.
- Dispondrán de zapatas antideslizantes.
- Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
- Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el arnés de seguridad anclado a un elemento ajeno a ésta.
- Colocarla con la inclinación adecuada.
- Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.
- Los peldaños estarán machihembrados en los largueros.
- No se utilizarán escaleras cuya longitud sea superior a 5m, sin que se tengan las garantías adecuadas de resistencia.

Trabajos con hormigón: vertido mediante canaleta y/o a mano

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- Ningún operario deberá situarse detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.
- No situarse bajo la vertical de caída de hormigón de canaleta, ni en la zona o dirección de vertido con carro.

Manipulación de materiales

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos, haciendo hincapié sobre los siguientes aspectos:



- Manejo manual de materiales.
- Acopio de materiales, según sus características.
- Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

Transporte y manipulación de materiales en obra

- Se cumplirán las normas de tráfico en cuanto a límites de carga y de velocidad establecidas para circular.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estribos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán de un operario para señalización de posible riesgo.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en la proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a su zona de influencia.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

Montaje electromecánico de equipos auxiliares

- Se cumplirán las normas de tráfico en cuanto a límites de carga y de velocidad establecidas para circular.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estribos de suficiente resistencia.
- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en la proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a su zona de influencia.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.
- Los operarios permanecerán fuera del alcance de la carga suspendida y del radio de giro del equipo de izado de materiales.
- Se usarán, en medida de lo posible, medios mecánicos para el transporte de cargas.



- Se realizarán las desconexiones eléctricas de aquellos equipos eléctricos que pudieran afectar al montaje de los equipos auxiliares, en caso de no poder realizar estas desconexiones se realizará la protección de las partes activas con telas vinílicas aislantes.

Maniobras de izado y montaje de andamios y tubos

- Durante el montaje y desmontaje de andamios, nadie debe permanecer debajo de ellos y se deberá prestar especial atención a la proximidad de partes en tensión y al posible contacto con las mismas.
- Se señalarán y acotarán las zonas en las que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guías manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostradas durante toda la fase de montaje, hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.
- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definitivas en el R.D. 1627/1997 y R.D. 486/1997.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los arneses de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura.

Además de lo citado, en este apartado aplicará todo lo indicado en el correspondiente a trabajos en altura.

Izado de cargas mediante grúa

- Comprobar el estado de la grúa, estrobos y cadenas para el izado.
- Comprobar el estado de la carga.



- Asegurarse que el peso no exceda el máximo permitido por los estrobos, cadenas y la grúa, teniendo en cuenta la distancia de extensión de la pluma.
- Asegurar correctamente la carga de manera que no se desprenda ningún material durante el izado.
- Comprobar la estabilidad de la carga de modo que no realice movimientos imprevistos o bruscos.
- Bajo ninguna circunstancia pasará personal bajo la carga suspendida.
- Se emplearán grúas con dispositivo de parada y limitador de carga.
- Asegurar que los gatos se encuentran apoyados en terreno estable.
- Asegurar que la carga, en combinación con la distancia de izado y la nivelación del camión grúa, no provoque el vuelco del mismo.
- Dirigir la maniobra por una sola persona.
- Delimitar el radio de acción de la pluma.
- Comprobar las interferencias con líneas aéreas y la proximidad de partes activas en tensión, procediendo al descargo de las mismas si fuese necesario.
- No emplear la grúa para arrancar elementos sujetos a estructuras o cimentaciones.
- Emplear medios auxiliares, tales como cuerdas o pértigas, para el guiado de las cargas, quedando prohibido empujar la carga directamente con las manos.

Montaje, nivelación, ensamblaje y fijación de celdas de 24kV sobre bancada metálica

- Señalizar el contorno donde se realizarán las operaciones de montaje
- Utilizar estructuras portantes de la misma altura que la bancada sobre la que se montarán las celdas, para el deslizamiento de cada celda hasta ocupar su lugar en la bancada metálica fijada al suelo.
- Apoyar sobre dicha estructura cada una de las celdas mediante camión grúa.
- Comprobar la estabilización de la carga.
- Deslizamiento de cada celda hasta ocupar su lugar mediante sus propias ruedas.
- Cambio de dirección de las ruedas de la celda en los casos necesarios.
- Dirigir la maniobra de ubicación de las celdas por una única persona
- Ensamblaje de cada conjunto de celdas e interconexión de sus embarrados según instrucciones del fabricante.
- Nivelación de cada conjunto de celdas (previa nivelación de la bancada de montaje) según instrucciones del fabricante.
- Relleno con gas SF₆ de los distintos compartimentos estancos de cada celda, mediante equipo adecuado y a la presión indicada por el fabricante.



- Ensayo mediante Laboratorio Móvil, al 80% de la tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial.

Observaciones: Cada celda está equipada con cuatro ruedas (formando una base rectangular). Una vez que la celda está en su lugar, dichas ruedas se ocultan mediante un sistema mecánico, quedando apoyada la celda directamente mediante su estructura.

Ensayo de celdas de 24kV al 80% de la tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial

- Estacionamiento del Laboratorio de Ensayos lo más próximo al conjunto de celdas a ensayar.
- Se delimitará el acceso al Laboratorio y al cable de inyección de tensión.
- Señalizar el entorno de los extremos del cable de ensayo (uno en el propio laboratorio y otro en un conector de una celda), indicando riesgo de contacto eléctrico.
- Se evitará que ningún operario o personal ajeno manipule los extremos del cable durante el ensayo.
- Únicamente manipularán las celdas los operarios que realizan el ensayo
- Una vez realizado el ensayo, se procederá a descargar la instalación a tierra para poder proceder a la desconexión del cable de inyección de tensión.

Tendido y conexionado de cables de MT

- Utilizar medios mecánicos para la ubicación la bobina (grúa, camión grúa, traspale, etc.)
- El personal dispondrá de los medios de protección en todo momento.
- El medio de descarga será el adecuado al peso de los equipos a descargar o mover
- Durante la descarga el personal estará fuera del radio de giro del equipo que descarga la bobina
- Estará prohibido situarse bajo el radio acción de la carga.
- Se usaran los medios adecuados. El calibre de los estrobos, eslingas o cadenas será el adecuado para el peso a descargar.
- Los estrobos, eslingas o cadenas estarán en buen estado y revisados.
- Se levantará la carga para comprobar la resistencia de los medios de eslingados.
- Se delimitará la zona de descarga para evitar la presencia de personal ajeno a obra.
- El medio de descarga dispondrá de las revisiones periódicas realizadas.
- Se evitarán en medida de lo posible trabajos superpuestos.



- Se acopiarán los materiales de manera adecuada, dejando frenadas las bobinas en el lugar de acopio.
- Se señalizará el acopio de materiales.
- Utilizar gatos para levantar de la bobina
- Rodar la bobina entre varias personas en el caso de que la superficie de tirada sea horizontal, delimitando la zona.
- Se desplazará la bobina a la mínima velocidad, generalmente a la velocidad de paso de una persona.
- Nunca se levantará la bobina manualmente.
- En el caso de que la superficie de trabajo sea en pendiente se utilizarán siempre medios mecánicos.
- Nunca se frenará el cable manualmente.
- Para el frenado de bobina no se usaran las manos. Se realizará el con medios de trabajo (generalmente mediante tablón de madera)
- El cabestrante estará fijado en todo momento a un punto sólido.
- Nadie se situará entre el cabestrante y la boca de entrada de los cables mientras se realice el tendido.
- Se abrirán las arquetas necesarias en todo momento y se cerraran una vez que hayan finalizado los trabajos en las mismas.
- Se delimitaran las arquetas abiertas mediante conos, vallas u otros medios de señalización
- En caso de abandonar la obra se mantendrán en todo momento cerradas
- Los operarios permanecerán alejados de las bocas de las arquetas lo máximo posible.

- Se evitará la acumulación de materiales en los alrededores de la boca de la arqueta.
- Se mantendrá limpia en medida de lo posible la zona de trabajo.
- Se respetará la señalización de la zona de trabajo y las señales de tráfico.
- Los operarios dispondrán de chalecos reflectantes en caso de ocupar o permanecer cerca de un carril donde hay tráfico rodado.
- En caso de ocupar un carril de tráfico rodado se señalizará según la normativa de tráfico.
- Se prohíbe manipular el cabestrante durante la realización del tendido, para poder manipularlo este deberá estar parado y los cables destensados.
- Se prohíbe manipular el cable durante la realización del tendido.
- Se realizará el repostaje de combustible con el cabestrante parado.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente de 6kg. en las proximidades del cabestrante.



- En los trabajadores que supongan esfuerzos se usará faja dorsolumbar, únicamente en el momento del esfuerzo a realizar.
- Se evitarán posturas forzadas prolongadas, realizando descansos posicionales.
- Se cambiará el puesto de trabajo del personal durante la tirada de cables
- Se realizarán descansos durante el tendido de cada tirada de cables.
- Una vez finalizados los trabajos se verificará que no se deja ninguna arqueta abierta.

Empalmes:

- Los empalmes se realizarán en ausencia de tensión, cumpliendo las 5 reglas de oro en caso que las líneas hayan estado en servicio.
- Contactos eléctricos directos con partes activas en alta tensión.
- Se utilizaran las herramientas específicas para el desarrollo de los trabajos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Se evitarán posturas forzadas prolongadas, realizando descansos posicionales.
- Se delimitará la zona de trabajo
- El personal dispondrá de los medios de protección en todo momento.
- Los operarios dispondrán de chalecos reflectantes en caso de ocupar o permanecer cerca de un carril donde hay tráfico rodado.

Terminaciones:

- Las terminaciones se realizarán en todos los casos en ausencia de tensión, cumpliendo las 5 reglas de oro en caso que las líneas hayan estado en servicio.
- Contactos eléctricos directos con partes activas en alta tensión.
- Se utilizaran las herramientas específicas para el desarrollo de los trabajos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Se evitarán posturas forzadas prolongadas, realizando descansos posicionales.
- Se delimitará la zona de trabajo
- El personal dispondrá de los medios de protección en todo momento
- Torceduras por caída o pisada en el foso para el montaje de la bancada soporte de las celdas y entada/salida de cables de MT.

Ensayo cables de MT mediante Laboratorio Móvil (según la Instrucción ITC LAT 05 del Reglamento Sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión)



- El Laboratorio Móvil para ensayos se estacionará en un lugar cercano a la realización del ensayo, delimitando el acceso al mismo, al cable de inyección de tensión y a los cables a ensayar.
- Se señalizará la presencia del Laboratorio en caso de que el lugar de estacionamiento sea una zona adyacente a un vial con tráfico rodado.
- Señalizar el entorno de los extremos de los cables a ensayar indicando riesgo de contacto eléctrico.
- Se evitará que ningún operario o personal ajeno manipule los extremos de los cables durante el ensayo.
- Se vigilarán los extremos de los cables durante el ensayo por un operario en cada extremo, impidiendo que personal ajeno o propio del entorno de trabajo acceda a los extremos de los cables.
- Habrá comunicación entre los operarios ubicados en ambos extremos durante las operaciones de ensayo, comunicando los cortes de las inyecciones de tensión en los mismos.
- En el caso de que el personal de apoyo no sea de la misma empresa que realiza el ensayo, uno de los operarios de dicho personal dispondrá de la llave del aparato de inyección hasta la finalización de las conexiones/desconexiones.
- Una vez realizados los ensayos el circuito se descargará a tierra para poder proceder a la desconexión del cable de inyección y a la manipulación de los cables ensayados.

Montaje y cableado de instalaciones auxiliares

- Señalizar el entorno de los posibles canales de cables abiertos.
- Vigilar la colocación de las tapas para evitar golpes o caída de las mismas sobre el pie.
- Trabajos en altura.
- Manipulación de materiales en obra con medios mecánicos
- Comprobar la correcta colocación de andamios
- Contacto eléctrico directo con instalaciones en servicio.
- Traslado de los cuadros de SSAA y Telemando mediante carretilla articulada, por operario cualificado.
- Comprobar la estabilidad de la carga sobre la carretilla articulada, de modo que no realice movimientos imprevistos o bruscos.
- Golpes por caída o pisada en huecos para el montaje de las bancadas de celdas de 24kV y aparatos auxiliares.



- Durante el conexionado de cuadros, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar en proximidad de aparatos en tensión, suprimiendo tensión en los circuitos adyacentes. Si no fuese posible, se emplearán telas vinílicas para proteger las partes en tensión accesibles.

Medición de las tensiones de paso y contacto aplicadas

- Señalizar el entorno de las picas, indicando el riesgo de contacto eléctrico.
- Contacto eléctrico indirecto durante la inyección de corriente.

Desmontaje de instalaciones existentes

- Señalización de las zonas de trabajo.
- Señalizar posibles canales abiertos y tapas de los mismos.
- Utilización de grúa plegable hidráulica de 2Tm para el desmontaje de equipos pesados.
- Comprobar el estado, de estrobos con ganchos de ojo fijo, eslinga o cincha para el desmontaje de aparatos pesados.
- Utilización de carretilla articulada para el transporte de equipos y materiales pesados.
- Comprobar la estabilidad de la carga sobre la carretilla articulada, de modo que no realice movimientos imprevistos o bruscos.
- La carga y transporte a Gestor de Residuos Autorizado y/o a los almacenes de HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELECTRICA S.A.U. se realizarán mediante camión grúa y/o furgoneta.
- Se comprobará el estado de estrobos, eslingas o cinchas a utilizar con la grúa del camión grúa.
- Delimitar la zona ocupada por el camión grúa.

4.1.3. RIESGOS DERIVADOS DEL USO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Las protecciones colectivas para la prevención de estos riesgos, de acuerdo con los establecidos en el Apartado 3.3 son las siguientes:

Herramientas manuales eléctricas

- Conocimiento por parte del operario del manejo de la máquina herramienta a utilizar.
- Comprobar que el aparato tiene en buen estado la carcasa de protección.
- Comprobar el estado del cable y de la clavija de conexión. Rechazar la máquina si presenta repelones que dejan al descubierto hilos de cobre o si tiene empalmes



rudimentarios cubiertos con cinta aislante, etc., ya que así se evitarán contactos con la energía eléctrica.

- Desconectar la máquina de la red eléctrica antes de iniciar las manipulaciones del cambio de broca o disco.
- Al trabajar con la máquina, situarse sobre una base estable.
- Utilizar máquinas con doble aislamiento de protección, conectándolas a cuadros protegidos con interruptor diferencial.
- No dejar la máquina en el suelo o abandonada, conectada a la red eléctrica.
- En el caso de esmeriladoras portátiles, no desmontar nunca la protección normalizada del disco, ni cortar sin ella, ya que pueden producirse accidentes serios.

Herramientas Manuales

- Conocimiento por parte del operario del manejo de la herramienta a utilizar.
- Emplear las herramientas apropiadas para cada trabajo.
- Conservar las herramientas en buenas condiciones.
- Realizar revisiones periódicas de las herramientas y retirar las que presenten algún defecto.
- Llevar las herramientas de forma segura.
- Cuando no se usen, guardar las herramientas ordenadas y limpias en lugar seguro.

Cabrestante y máquina de freno

- No se manipulará el cable de tiro con la máquina en marcha o tensado.
- No se pondrán los cables o estrobos de sujeción a los puntos de anclaje con la máquina en funcionamiento.
- Queda terminantemente prohibido anular las seguridades de la máquina.
- Se ajustará la tensión de tiro por debajo de la mínima máxima permisible para el cable de tiro o el conductor tendido.
- No se realizarán operaciones de inspección o mantenimiento con el equipo en marcha, salvo que así lo indique su manual y se siga un procedimiento adecuado.
- El depósito de combustible se rellenará con el motor parado, y después de que este haya enfriado.
- Se revisará periódicamente el estado de los manguitos del circuito hidráulico, empleando en todo momento gafas de protección de montura integral.
- Si la máquina es de pequeño tamaño, se desplazará manualmente, con las ruedas colocadas y bien aseguradas.



- Evitar entrar en contacto con partes accesibles del bloque motor, del equipo hidráulico y del depósito de aceite del circuito hidráulico.
- Se vigilará la presencia de manchas de aceite en el entorno de la máquina, manteniendo el lugar de trabajo limpio.

Grupo Electrónico

- No se anularán las protecciones eléctricas del equipo.
- No se conectarán equipos que no tengan las clavijas adecuadas.
- No se rellenará el depósito de combustible con el equipo en marcha, esperando a que enfríe el motor antes de proceder.
- Evitar entrar en contacto con partes accesibles del bloque motor y del generador.

Laboratorio de ensayo de cables de MT, de hasta 18/30kV (36kV) y ensayo de las celdas de 24kV al 80% de la tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial

- Conocimiento por parte del operario del manejo del equipo a utilizar
- Se seguirán las instrucciones del fabricante en todo momento.
- No se conectarán equipos que no tengan las clavijas adecuadas.
- No se anularan los dispositivos de seguridad
- Se verificará el correcto estado del cable de inyección.
- Se evitará que se pisen los cables de inyección mientras se realiza el ensayo.
- El cable de inyección no estará sobre superficies encharcadas.
- Una vez finalizado el ensayo se recogerán los cables de inyección
- No permanecerá nadie en el interior de la zona de inyección en el momento de su realización

Equipos de soldadura

Uso de botellas de gas

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte, conocerá y estará obligado a cumplir las siguientes normas básicas de Seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.



- Se pondrán válvulas antirretroceso en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta, incluso si están vacías.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán las botellas, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables, tales como aceite, gasolina, etc.
- Las botellas se mantendrán lo suficientemente alejadas del punto de trabajo, como para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán de éstas o de otros trabajos, con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar.
- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocadas en carros portabotellas, o amarradas a puntos fijos para evitar su caída

Soldeo eléctrico

- Solamente se efectuará este tipo de trabajos por personal con la suficiente experiencia.
- La alimentación eléctrica se realizará con mangueras en buen estado y preparadas para intemperie. El grupo de soldeo estará puesto a tierra.
- Antes de iniciar los trabajos, verificar que no existe material combustible o personas trabajando en las inmediaciones.
- No mirar nunca, directamente, el arco voltaico.
- Soldar siempre en lugares ventilados para evitar atmósferas tóxicas.
- Desconectar totalmente el grupo de soldeo cuando haya una interrupción prolongada del trabajo.
- El operario hará uso en todo momento de los guantes de protección de manga larga y de las gafas o de la pantalla de seguridad.
- En el caso de las soldaduras de las conexiones a la red de puesta a tierra se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - Se utilizarán los moldes adecuados a los diámetros de los cables que se van a unir con el objeto de evitar proyecciones de material fundente.
 - Se comprobará el buen estado de la cubierta exterior del molde y del mango soporte.



- Se procederá al secado del molde y cable mediante soplete o secador de aire para evitar la presencia de humedad al realizar la soldadura.

4.2. PROTECCIONES PERSONALES

El uso de las protecciones personales será obligatorio como complemento de las protecciones colectivas.

Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas protecciones.

Dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos. Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad de varios tipos (contra impactos, sopletero, etc.).
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.), con revestimiento de nitrilo para la manipulación del hormigón.
- Equipo anticaída.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Calzado de seguridad, con plantilla antipenetración.
- Ropa de trabajo (en el caso de exposiciones a riesgo eléctrico, deberá ser acrílica).

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).



4.3. CONTROLES Y REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Su finalidad es comprobar la correcta ejecución de los trabajos que puedan afectar a la integridad física de los trabajadores. Para ello se mantendrá una vigilancia permanente sobre el estado de todos los equipos de seguridad, instalaciones, maquinaria y medios auxiliares.

La inspección de que los elementos de producción se emplean adecuadamente, y de que las máquinas, los medios de protección, las instalaciones, etc., están en buen estado es uno de los cometidos del Personal de Seguridad, aunque siguiendo el criterio de integrar la seguridad en la producción, esta labor deberá hacerla, en ausencia de éstos, los Mandos Intermedios.

5. MEDIDAS PREVENTIVAS CONTRA RIESGOS ELÉCTRICOS

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

Asimismo existe el riesgo de proximidad a zonas de Alta Tensión en la realización de los trabajos, por lo que habrán de tomarse igualmente medidas preventivas.

Se tendrán en cuenta todas las indicaciones recogidas en la “Guía Técnica para la Evaluación y Prevención del Riesgo Eléctrico”, realizada en base al 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”.

5.1. RIESGOS PREVESIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (celdas de MT, cuadros, conductores, etc.), herramientas eléctricas y laboratorio móvil para ensayo de cables y celdas de MT, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

Cuadros de distribución



Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 200Ω.
- Diferencial de 30mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 10.000V de tensión nominal, como mínimo.

Prolongadores, clavijas, conexiones y cables

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

Herramientas y útiles eléctricos portátiles

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas de otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30mA).

Máquinas y equipos eléctricos



- Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300mA), irán conectados a una toma de tierra de 20Ohm de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

Trabajos en tensión. Proximidad a Alta Tensión

- La intervención en instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión en tensión, solo podrá ser realizada por personal habilitado en dichos trabajos (trabajos en Tensión Alta Tensión, TET-AT y trabajos en Tensión Baja Tensión, TET-BT) y de acuerdo con los procedimientos de ejecución específicos.
- Al intervenir en instalaciones eléctricas, realizando trabajos sin tensión y a fin de garantizar la seguridad de los trabajadores y minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos indirectos, se seguirán las cinco reglas de oro de la Seguridad Eléctrica:
 1. Abrir el circuito con corte visible con el objeto de aislar todas las fuentes de tensión que puedan alimentar la instalación en la que se trabaje.
 2. Enclavar los elementos de corte en posición de abiertos y si es posible con llave y señalar los elementos de corte “*PROHIBIDO MANIOBRAR PERSONAL TRABAJANDO*”.
 3. Verificar la ausencia de tensión con discriminador o medidor de tensión adecuado.
 4. Cortocircuitar fases y poner a tierra.
 5. Delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente con objeto de no dar posibilidad de error en la identificación de la misma.
- En los trabajos con proximidad de líneas eléctricas, el Jefe de Trabajo determinará si es necesario solicitar, el descargo de la línea que por su proximidad suponga un riesgo grave de accidente.

a) Líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión

Las distancias mínimas de seguridad para los trabajos que se realicen en proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión no protegidas, medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte del cuerpo del operario o elemento en contacto con el operario, serán las definidas en el Anexo I del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, de “*Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*”:

Para personal facultado:



TABLA 1	
Tensión entre fases kV	Distancia mínima metros
Hasta 10	0,80
Hasta 15	0,90
Hasta 20	0,95
Hasta 25	1,00
Hasta 30	1,10
Hasta 45	1,20
Hasta 66	1,40
Hasta 110	1,80
Hasta 132	2,00
Hasta 220	3,00
Hasta 380	4,00

Para personal no especializado:

TABLA 2	
Tensión entre fases kV	Distancia mínima metros
Hasta 10	3,00
Hasta 15	3,00
Hasta 20	3,00
Hasta 25	3,00
Hasta 30	3,00
Hasta 45	3,00
Hasta 66	3,00
Hasta 110	5,00
Hasta 132	5,00
Hasta 220	5,00
Hasta 380	5,00

Si el trabajo a realizar se sitúa a una distancia superior a la indicada en la Tabla 1, se señalará y delimitará la zona de trabajo, dándose las debidas instrucciones al personal.

Si el trabajo a realizar se sitúa a una distancia inferior a la indicada en la Tabla 1, este trabajo lo realizará exclusivamente personal habilitado en Trabajos en Tensión Alta Tensión (TET-AT) y de acuerdo con el Procedimiento de Ejecución específico.

b) Líneas eléctricas aéreas de Baja Tensión



Previo descargo eléctrico de la zona de trabajo, se aislarán perfectamente las partes conductoras próximas que hayan quedado bajo tensión, mediante pantallas, fundas, capuchones, telas vinílicas, etc.

De no poderse efectuar el descargo eléctrico, el trabajo y la colocación de los medios de protección lo realizará personal habilitado para Trabajos en Tensión Baja Tensión (TET-BT).

c) Líneas eléctricas subterráneas

Se consultará previamente la documentación y posteriormente se determinará la situación exacta de la canalización eléctrica subterránea.

Para la apertura de zanjas o excavaciones por medios mecánicos, se mantendrá una distancia mínima de 1m a la supuesta situación del cable, continuando a partir de ese punto la excavación por medios manuales.

Normas de carácter general

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables, terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.
- Tanto la ropa como el calzado estarán secos.

5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones.

6. FORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.



Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita (folletos, normas, etc.) tomarán gran relevancia las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

6.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que será informado de los riesgos generales de la obra, referente a los riesgos existentes en su puesto de trabajo, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

6.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Estarán dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos o Responsables de Seguridad.

Si en la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían charlas específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad, encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de excavación de zanjas
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos (grúa).
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

7. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilidad de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las



Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad, analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

8. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente, puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres actuaciones:

- El control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.

8.1. CONTROL MÉDICO

Tal como establece la Legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

8.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera, por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, a fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Asimismo se dispondrá en obra de una lista escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, en la que se incluirá una relación de las direcciones y teléfonos de los Hospitales más cercanos, ambulancias, taxis, etc.



8.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES

El Contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.



Documento N°2: PLIEGO DE CONDICIONES



1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en el documento N°1 "Memoria", así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

2. DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Son de obligado cumplimiento las disposiciones legales que se detallan a continuación. En caso de diferencia o discrepancia predominará la de mayor rango jurídico, y en caso de igualdad de rango jurídico, predominará la más moderna sobre la más antigua.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE núm. 298 de 13 de diciembre 2003.
- Reglamento de los Servicios de Prevención (R.D. 39/1997, de 17 de Enero).
- Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo (R.D. 485/1997, de 14 de Abril).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/1997, de 14 de Abril).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a Manipulación Manual de Cargas (R.D. 487/1997, de 14 de Abril).
- Funcionamiento de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en el Desarrollo de Actividades de Prevención de Riesgos Laborales (Orden de 22 de Abril de 1997).
- Protección de los Trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Biológicos durante el Trabajo (R.D. 664/1997, de 12 de Mayo).
- Exposición a Agentes Cancerígenos durante el Trabajo (R.D. 665/1997, de 12 de Mayo).
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 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. (BOE núm. 82 de 5 de abril de 2003).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual (R.D. 773/1997, de 30 de Mayo).
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la Utilización por los Trabajadores de los Equipos de Trabajo (R.D. 1215/1997, de 18 de Julio).



- Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en Obras de Construcción (R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre). Deroga al R.D. 555/1986, de 21 de Febrero; Estudios y Planes de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Estatuto de los Trabajadores (R.D.L. I/1995, de 24 de Marzo, modificado por Ley 31/1995, de 8 de Noviembre).
- Autorización del empleo del sistema de instalación con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico. Resolución del 18/01/88 de la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnológica.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación. Real Decreto 3275/82 del 12/11/82 del Ministerio de Industria y Energía.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT del Reglamento antes citado. Orden del 6/07/84, del Ministerio de Industria y Energía.
- Complemento de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 20. Orden del 18/10/84.
- Normas sobre ventilación y acceso de ciertos centros de transformación. Resolución del 19/06/84 de la Dirección General de la Energía.
- Modificación de las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT 1, 2, 7, 9, 15, 17 y 18. Orden del 23/06/88 del Ministerio de Industria y Energía.
- Actualización de las Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-MIE-RAT-13 y 14. Orden del 27/11/87 del Ministerio de Industria y Energía.
- Desarrollo y complemento del Real Decreto 7/88 del 8 de enero, sobre exigencias de seguridad de material eléctrico, relacionado con las normas españolas acordes con las de la CEE. Orden del 6/06/89 del Ministerio de Industria y Energía.
- Normas sobre acometidas eléctricas. Real Decreto 2949/82 del 15/10/82, del Ministerio de Industria y Energía.
- Reglamento de conductores de uso corriente clase 2. Real Decreto 875/84 del 28/03/84 de la Presidencia de Gobierno.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (D. 2414/1961, de 30 de Noviembre) y Normas Complementarias para su aplicación (Orden de 15 de Marzo de 1963 en sus partes no modificadas por D. 3494/1964, de 5 de Noviembre).



- Reglamento de Aparatos Elevadores para Obras (O. de 23 de Mayo de 1977 y sucesivas modificaciones).
- Real Decreto 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. BOE núm. 170 de 17 de julio.
- Real Decreto 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. BOE núm. 170 de 17 de julio
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D 1244/1979 de 4 de Abril).
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE núm. 279 de 21 de noviembre de 2002
- Condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (R.D. 1407/1992, de 20 de Noviembre, modificado por R.D. 159/1995 de 3 de Febrero).
- Convenio Colectivo Provincial.
- Establecimiento de Certificado profesional de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales. Decreto 949/97.

Será también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

3. DISPOSICIONES DE HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

- Guías de Identificación de Riesgos y Medidas Preventivas.
- Manual de Prevención de Riesgos Laborales del Grupo Hidrocantábrico.
- Procedimientos de trabajo de Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

4. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todos los medios de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.



Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán con lo establecido en el R.D. 1407/1.992 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrán de forma visible el sello (CE) correspondiente.

- Anclajes para arnés: tendrán la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Cables de sujeción de arnés: tendrán la suficiente sección para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.
- Se fijarán a los anclajes que se dispongan en los puntos fuertes. Se tenderán cables de 10 mm de diámetro mínimo, de manera que posibiliten el desplazamiento de los operarios a través del mosquetón del arnés.

4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización y balizamiento: Las señales, cintas y balizas estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- Pórticos protectores de tendidos aéreos: se construirán a base de soportes y dintel debidamente señalizados. Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando la limitación de altura.
- Topes para desplazamiento de camiones: se podrán realizar con tabloncillos embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo o de otra forma eficaz.
- Tapas para pequeños huecos o arquetas: sus características y colocación impedirán con garantía la caída de personas y objetos.



- Plataformas de trabajo: tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandilla de 90 cm de altura con listón intermedio y rodapié.
- Extintores: serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible y se revisarán, como máximo, cada 6 meses.
- Riego: las zonas de paso de vehículos y maquinaria se regarán convenientemente para evitar el levantamiento de polvo.

5. NORMAS DE SEGURIDAD

Se definen como Normas de Seguridad aquellas que deben cumplir el personal, los medios, útiles, herramientas, maquinaria y disposición general del lugar de trabajo.

5.1. REPLANTEO Y SEÑALIZACIÓN

- Todos los obstáculos y conducciones serán señalizados y conocidos por los operarios.
- Se respetará una distancia de 5 metros a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión y 1 metro para las enterradas.
- La señalización se mantendrá bien dispuesta en todo momento.
- Los bordes de las excavaciones estarán vallados y los pasos para peatones estarán señalizados de forma que no invadan la zona de obras.
- Todo tipo de señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.

5.2. CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIALES

- Antes de comenzar los trabajos se señalizará la zona de trabajo, teniendo presente la parte de los accesos que pudiera verse afectada por la posible caída de materiales.
- Todos los objetos, tanto aéreos como enterrados, habrán sido señalizados y detectados, indicando claramente a los operadores/conductores la situación de dichos obstáculos.
- Se prestará especial atención a las líneas eléctricas aéreas, guardando una distancia de seguridad de 5 metros entre las máquinas y las partes en tensión. En casos especiales, deberán ponerse en contacto con el servicio de seguridad.
- Los gálibos de estas líneas habrán de estar medidos para tener presente el volteo de los camiones en el vertido de materiales.
- Hay que prestar atención a los cruces con carreteras en servicio para mantenerlos limpios de materiales sueltos y barro.
- Toda manipulación en las máquinas se hará a motor parado.



- Toda la zona de trabajo estará señalizada y acotada, estando prohibido que la máquina o vehículo de obra se salga de esa zona, aunque sea para maniobrar.
- Será preceptivo que la Dirección de Obra dé el visto bueno a toda la señalización.
- Se señalarán los caminos a utilizar por los vehículos de transporte. Estos caminos deberán estar siempre en buenas condiciones de circulación.
- Si en algún tajo fuese necesario trabajar en horas nocturnas se dispondrá de suficiente iluminación, la cual será más intensa en los puntos que se consideren más peligrosos.
- En la zona de los trabajos sólo permanecerá el personal correspondiente, que estará debidamente enterado de su cometido y de los riesgos generales del mismo, quedando absolutamente prohibido permanecer en el radio de acción de las máquinas o vehículos trabajando.

5.3. MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

- Está prohibido permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Las cargas en suspensión se guiarán mediante cuerdas, pértigas u otra herramienta, nunca se moverán empujándolas directamente con las manos.
- El cableado de los equipos se realizará sin tensión siempre que sea posible. En caso contrario se aplicarán métodos y equipos de trabajos en tensión.
- Los ensayos del funcionamiento del aparellaje y transformadores se realizarán con las líneas de alta tensión descargadas.
- Siempre que se trabaje en la parte superior del transformador, se llevará arnés de seguridad, que se sujetará a un cable fijador o puntos de anclajes destinados a tal efecto.

5.4. REFORMA DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA

- Se secarán los moldes y conductores antes de realizar las soldaduras aluminotermias para evitar proyecciones.
- Se vigilará que el molde cierra correctamente y no existen holguras por las que pueda haber fugas.
- Está prohibido realizar trabajos en la malla de tierras en caso de meteorología adversa (tormentas).



5.5. MONTAJE DEL TRANSFORMADOR

- Los ganchos, eslingas y útiles empleados en el manejo del transformador estarán siempre en perfecto estado.
- Se suspenderán los trabajos si se observase alguna fuga de aceite.
- La manipulación de cualquier tipo de conexión eléctrica se realizará siempre sin tensión.
- Está prohibido permanecer bajo una carga suspendida. El manejo de los transformadores deberá hacerse mediante cuerda y a distancia.

5.6. IZADO DE CARGAS

- Se delimitará la zona de acción de la grúa.
- No se transitará en ningún momento bajo la carga suspendida.
- Se emplearán medios auxiliares para el desplazamiento de la carga.
- Se comprobará el estado de los estrobos y cables antes de su uso.
- No se manipularán los estrobos, ni cables, durante el izado de la carga para evitar el atrapamiento al tensarse.

5.7. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

- Antes de comenzar los trabajos se señalizará la zona de trabajo, teniendo presente la parte de los accesos que pudiera verse afectada por la posible caída de materiales.
- Se tendrán en cuenta todas las medidas preventivas relativas al izado de cargas y los riesgos de caída desde altura, empleando los medios adecuados para la subida a los apoyos.
- El transporte de materiales se realizará en bolsas destinadas a tal efecto.
- Se prestará especial atención a los riesgos eléctricos
- Se abandonarán los trabajos en caso de condiciones atmosféricas adversas.

6. NORMAS DE COMPORTAMIENTO

Se entienden como Normas de Comportamiento aquellas dirigidas a la actuación de cada persona que realiza un trabajo y son de obligado cumplimiento.



6.1. NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO

Las Normas Generales de Comportamiento, que se detallan a continuación, se entregarán a todo el personal que trabaje en la obra, con independencia de la categoría o clasificación profesional.

La entrega de estas normas es responsabilidad del Jefe de la Obra o persona en quien delegue.

En cualquier caso, es necesaria la colaboración de todas las personas implicadas en la obra, que han de respetar las Normas Generales y cooperar para conseguir que no se produzcan accidentes. Para ello se debe:

- Usar correctamente todo el equipo individual de seguridad que se le asigne (casco, gafas, guantes, etc.) y cuidar de su conservación.
- Ayudar a mantener el orden y limpieza de la obra.
- Advertir a sus mandos de cualquier peligro que observe en la obra.
- No inutilizar nunca los dispositivos de seguridad, ni quitar una protección.
- Respetar a los compañeros para ser respetado.
- No utilizar ninguna máquina o herramienta, ni hacer un trabajo sin saber cómo se hace. Preguntar antes.
- No realizar reparaciones mecánicas ni eléctricas sin orden previa. Avisar al mando.
- En caso de que el trabajo sea manual, no usar anillos.
- No cometer temeridades.

6.2. NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO POR OFICIOS O ACTIVIDADES

A continuación se indican las normas generales, tanto de Seguridad como de Comportamiento, para los distintos oficios y/o actividades que intervienen en la obra.

Gruísta

- Antes de comenzar el trabajo comprobar el funcionamiento de los finales de carrera.
- Si se observa inversión en los movimientos de la grúa, dejar de trabajar y avisar al encargado del tajo.
- Evitar pasar la carga por encima de personas.
- No realizar tiros oblicuos.
- Nunca tratar de elevar cargas que puedan estar adheridas.
- No bajar el gancho de manera que queden en el tambor menos de tres vueltas de cable.



- Nunca puentear o dejar fuera de servicio un elemento de seguridad.
- Avisar al encargado si se observa alguna anomalía en la grúa y anotarlo en el parte del tajo en su caso.
- Al terminar el trabajo dejar desconectada la grúa y poner la pluma “en veleta” dejando el gancho con una pequeña carga.

Personal de montaje

- Cuando se trabaja sobre un andamio, no tirar nunca nada desde el mismo. Al cortar materiales, hacerlo de forma que no caigan restos al exterior.
- No utilizar elementos extraños (bidones, bovedillas, etc.) como plataformas de trabajo o para la confección de andamios.
- Al confeccionar protecciones o plataformas de trabajo de madera, elegir siempre la mejor entre las disponibles.
- Cuidar de no sobrecargar las plataformas o andamios sobre los que se trabaja.
- Cuando se realicen trabajos en altura utilizar cinturón de seguridad, y siempre que se trabaje en un punto desde donde pueda producirse una caída de altura.
- Al trabajar en andamio colgado, amarrar el cinturón de seguridad a la cuerda auxiliar.
- No hacer acopio de materiales ni concentrar cargas en los bordes de la plataforma de trabajo.
- Las máquinas eléctricas se conectarán al cuadro con un terminal clavija-macho, quedando totalmente prohibido enchufar los cables pelados.
- Si se utilizan prolongadores para portátiles (taladro, etc.), se desconectarán siempre del cuadro, no del enchufe intermedio.

Encofrador

- Revisar el estado de las herramientas y medios auxiliares que utilice, separando o desechando los que no reúnan las condiciones adecuadas.
- Desechar los materiales (maderas, puntales, etc.) que estén en mal estado.
- Utilizar sólo madera que no tenga nudos para confeccionar barandillas, plataformas de trabajo, etc.
- Desencostrar los elementos verticales desde arriba hacia abajo.
- No dejar nunca clavos en la madera, salvo que ésta quede acopiada en un lugar donde nadie pueda pisarla.
- Asegurarse que todos los elementos de encofrado están firmemente sujetos antes de abandonar el trabajo.



Conductor de camión hormigonera

- Efectuar las revisiones y comprobaciones indicadas en las Normas de Mantenimiento.
- Antes de emprender la marcha comprobar que la canaleta está recogida.
- Respetar escrupulosamente las normas establecidas en la obra en cuanto a circulación, señalización y estacionamiento.
- Antes de bajarse del vehículo dejarlo bien frenado, y cuando pare el motor, con una marcha metida.

Soldador

- En caso de trabajos en recintos confinados, tomar las medidas necesarias para que los humos desprendidos no le afecten.
- Conectar la masa lo más cerca posible del punto de soldeo.
- No realizar soldeos en las proximidades de materiales inflamables o combustibles, o protegerlas de forma adecuada.
- Extremar las precauciones en cuanto a los humos desprendidos al soldar materiales pintados, cadmiados, etc.
- No efectuar soldeos sobre recipientes que hayan contenido productos combustibles.
- Evitar contactos con elementos conductores que puedan estar bajo tensión, aunque se trate de la pinza.
- Solicitar la reparación del grupo de soldeo cuando se observe algún deterioro o anomalía en su funcionamiento.

Manejo de materiales

- Hacer el levantamiento de cargas a mano flexionando las piernas, sin doblar la columna vertebral.
- Para transportar pesos a mano (cubos de mortero, de agua, etc.) es siempre preferible ir equilibrado llevando dos.
- No hacer giros bruscos de cintura cuando se está cargado.
- Al cargar o descargar materiales o máquinas por rampas, nadie debe situarse en la trayectoria de la carga.
- Al utilizar carretillas de mano para el transporte de materiales, no tirar de la carretilla dando la espalda al camino. Antes de bascular la carretilla al borde de una zanja o similar colocar un tope.
- Al hacer operaciones en equipo, debe haber una única voz de mando.



Electricidad

- Hacer siempre la desconexión de máquinas eléctricas por medio del interruptor correspondiente, nunca en el enchufe.
- No conectar ningún aparato introduciendo los cables pelados en el enchufe.
- No desenchufar nunca tirando del cable.
- Antes de accionar un interruptor, asegurarse de que corresponde a la máquina que interesa y que junto a ella no hay nadie inadvertido.
- Cuidar que los cables no se deterioren al estar sobre aristas o sean pisados o impactados.
- No hacer reparaciones eléctricas. En caso de ser necesarias, avisar a la persona autorizada para ello.
- Avisar al encargado de las anomalías que perciba en el funcionamiento de cualquier máquina y hacerlas constar, en su caso, en el parte de trabajo.

Herramientas manuales

- Cada herramienta debe utilizarse para su fin específico.
- Se debe solicitar la inmediata sustitución de cualquier herramienta en mal estado.
- Las rebabas son peligrosas en las herramientas.
- Los mangos de las herramientas deben estar en buen estado y sólidamente fijados. De no ser así, deben repararse adecuadamente o ser sustituidos.
- Al hacer fuerza con una herramienta, se debe prever la trayectoria de la mano o del cuerpo en caso de que aquella se escapara.
- No realizar nunca ninguna operación sobre máquinas en funcionamiento.
- Trabajando en altura o al borde de zanjas o terraplenes, se debe impedir la caída de la herramienta a niveles inferiores.

7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Los contratistas son responsables solidarios de los incumplimientos que afecten a los trabajadores de las empresas 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.

El contratista tiene la consideración de Empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales y, por tanto, tendrá que cumplir lo siguiente:



- Elaboración del Plan de Seguridad y Salud, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, las previsiones contenidas en el Estudio. Dicho Plan de Seguridad deberá ser presentado antes del inicio de la obra al Coordinador de Seguridad y Salud para su aprobación.
- Organización del servicio de prevención de riesgos laborales de acuerdo con la Ley 31/95 y el R.D. 39/97, mediante trabajadores designados, concierto con servicio de prevención ajeno, servicio de prevención propio o mezcla de los anteriores, con las limitaciones que fija la normativa.
- Plan de Emergencia y Evacuación, con personal asignado con formación para las tareas de lucha contra incendios, primeros auxilios y evacuación.
- Copia de la “Comunicación de Apertura de Centro de Trabajo” a la Autoridad Laboral competente que deberá incluir el Plan de Seguridad y Salud cuándo exista.
- Libro de visitas de la Autoridad Laboral.
- 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 presente Real Decreto.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7.
- 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, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627, durante la ejecución de la obra.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse 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 de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Designar los recursos preventivos de la obra. No obstante, el empresario podrá designar un trabajador con conocimientos, cualificación y experiencia en los procesos de la obra, con formación mínima de 50 horas a nivel básico en prevención de riesgos laborales, que se recogen en el artículo cuarto en su apartado tercero de la Ley 54/2003 de la reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.



Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas.

8. CONTROL DE ACCESO A OBRA

En este punto se van a indicar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

A tal fin, se va a proponer un procedimiento para el control de acceso a la obra tanto de las personas, como de los vehículos.

Cuando las obras se efectúan en centros de trabajo cuyas actividades sean distintas a las de construcción propiamente dichas, y aquéllas se mantengan operativas durante la ejecución de la obra, el control de acceso deberá adecuarse con el de la empresa titular del correspondiente centro de trabajo.

Como consecuencia de lo anterior es necesario que la obra esté delimitada físicamente. Las características (altura, solidez, resistencia, estabilidad, etc.) de esta delimitación serán tales que sólo pueda sobrepasarse de forma intencionada. Los accesos a la obra (personas y vehículos) deben centralizarse en puntos fijos que permanezcan vigilados o cerrados, de tal manera que sólo las personas y vehículos autorizados puedan acceder al interior de la obra (considerando en todo momento las vías y salidas de emergencia).

Si por circunstancias propias de la obra ésta debe permanecer abierta pudiendo acceder a ella vehículos y personas no autorizados se adoptarán las medidas necesarias de señalización y control del acceso.

De igual forma, las reglas de funcionamiento y medidas de seguridad previstas para el control de accesos se establecerán en el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

Se indica a continuación la documentación principal a presentar por primera vez en la obra para el personal, vehículos y maquinaria que accedan a la misma:

Documentación de Carácter General

- Alta de licencia fiscal.
- TC 1 y TC 2, donde aparezcan los nombres de los trabajadores en obra (mensual).
- Libro de visitas.
- Aptitud médica de cada trabajador específica para su puesto de trabajo.



- Certificados de pagos con la Seguridad Social.
- Evaluación de Riesgos de los puestos de Trabajo.
- Seguro de Responsabilidad Civil y Patronal.
- Otros (direcciones centros asistenciales de la mutua, declaración de la modalidad/organización preventiva definida por la empresa, contratos servicios de prevención ajenos, constituciones de los servicios de prevención propios).

Documentación Específica sobre Seguridad y Salud

- Adhesión al Plan de Seguridad y Salud del Contratista.
- Plan de Seguridad y Salud del Subcontratista.
- Apertura del centro de trabajo.
- Aceptación del Plan de Seguridad y Salud de su contratante.
- Organización preventiva en obra de la empresa.

Organización de la Seguridad y Salud

- Nombramiento del Responsable de Seguridad y Salud, para más de 35 trabajadores en obra será una persona con dedicación exclusiva a dichos temas.
- Acreditación en materia de prevención de los recursos preventivos e informe mensual con el nivel de cumplimiento de los requisitos en materia de seguridad, incluyendo estadísticas, anomalías, accidentes, etc.

Formación y Concienciación

- Formación del personal de primeros auxilios.
- Formación de seguridad del personal de la empresa.
- Formación e información de la Evaluación de Riesgos del puesto de trabajo.
- Formación e información del lugar de trabajo de la obra.
- Orientación inicial del personal participante.

Equipos de Protección Individual

- Serán obligatorios los siguientes EPIs: Casco de seguridad, calzado de seguridad, prendas de alta visibilidad, EPIs necesarios en función de la actividad a desarrollar, arneses y líneas de vida, así como elementos anticaída adecuados, siendo usados cuando no se exija otra protección específica.
- Control de entrega de los equipos de protección individual.
- Inventariado de EPIs y estocaje mínimo de un 10%, en previsión de necesidades.



Maquinaria/Máquinas-Herramientas

- Revisión inicial del estado de todas las máquinas y herramientas.
- Certificación de equipos según R.D. 1215/97 - Equipos de Trabajo.
- En caso necesario establecer zona de repostaje de las máquinas.

Vehículos

- Cláusula del seguro de Responsabilidad Civil Ilimitada.
- Certificado de Inspección (O.C.A. o I.T.V.).
- Tarjeta o libro de mantenimiento.
- Manual o copia de instrucciones del equipo. Para la entrada de vehículos en obra, se cursarán solicitudes previas.
- Presentación de certificaciones de los conductores de vehículos que acrediten tener el carné necesario y la formación adecuada para su uso.

Productos Químicos Nocivos o Peligrosos

- La empresa deberá aportar, sin excepción alguna, la/s ficha/s de datos de seguridad, en español, de todos los productos químicos que introduzca en la obra.

9. ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN

Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra

Las tareas de Obra Civil y Montaje Electromecánico si bien estarán programadas en su mayor parte en periodos distintos, puede que en algún momento interfieran entre sí, por lo que si así fuera sobre la base del Art.3 del R.D.1627, HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U., en su calidad de promotor procederá a nombrar un Coordinador de Seguridad y Salud.

Jefe de Obra/Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista

La persona que ejerza las funciones de Jefe de Obra/Jefe de Trabajo de la Empresa Contratista garantizará que los trabajadores (propios de su empresa y los de las subcontratas) conocen y aplican los principios de acción preventiva expuestos en este documento.

Los Jefes de Obra / Jefes de Trabajo tendrán una formación en prevención de riesgos laborales y suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

Recursos Preventivos en Obra



La Empresa contratista reflejará en el Plan de Seguridad el nombre de una persona de su organización que tendrá los cometidos y funciones siguientes:

- Exigir el cumplimiento de la normativa oficial vigente en seguridad y salud laboral.
- Conocer, divulgar y hacer cumplir el plan de seguridad y salud laboral de la obra.
- Examinar las condiciones de trabajo, a efecto de determinar actuaciones que puedan ser dañinas para la salud de los trabajadores.
- Comunicar de inmediato, aquellos riesgos que haya podido observar y su gravedad, así como cualquier accidente, incidente o anomalía.

Los Responsables de Seguridad tendrán una formación en prevención mínima de Nivel Básico en prevención de riesgos laborales y suficiente experiencia para desarrollar este cometido.

Medios de coordinación preventiva

De acuerdo a lo establecido en el artículo 11 del RD 171/2004 y dadas las características de la obra, se aplicarán los siguientes medios de coordinación durante la ejecución de la misma:

MEDIOS DE COORDINACIÓN PREVENTIVA DE LA OBRA		
1	Intercambio de información y comunicaciones entre las empresas concurrentes	X
2	Reuniones periódicas entre empresas concurrentes	
3	Reuniones conjuntas de los Comités de Seguridad y Salud o de la Dirección con los Delegados de Prevención	
4	Impartición de instrucciones: normas de seguridad y salud y medidas a adoptar en caso de emergencia	X
5	Establecimiento conjunto de procedimientos, protocolos de actuación o medidas específicas de prevención de riesgos que puedan afectar a trabajadores de las empresas concurrentes	
6	Presencia en obra de los recursos preventivos:	
	a. Uno o varios trabajadores designados	
	b. Uno o varios miembros del Departamento de Prevención	
	c. Uno o varios miembros del Servicio de Prevención Ajeno Concertado	
7	Designación de coordinador de actividades preventivas	X

La impartición de instrucciones quedará suficientemente justificada mediante la explicación del presente Plan de Seguridad y Salud a los trabajadores que proceda, ya que el presente documento contiene, entre otras cosas, las normas de seguridad y salud a aplicar en la obra y las medidas a adoptar en caso de emergencia.

Reunión de Lanzamiento



Antes del inicio de los trabajos, se celebrará una reunión de lanzamiento de trabajos entre los responsables del Promotor, Coordinador de Seguridad y las Empresas Contratistas.

Se analizarán los siguientes temas:

- Análisis de los Planes de Seguridad presentados.
- Planificación de los trabajos que se van a efectuar.
- Consideraciones sobre las funciones de las personas con responsabilidad en los trabajos y en la instalación.
- Horarios de trabajo de los intervinientes y consideraciones al respecto.
- De común acuerdo se establecerá la delimitación física a implantar en las zonas de mayor riesgo, así como accesos y lugares de paso para personas y vehículos.
- Planificación de las siguientes reuniones de seguimiento de la seguridad en la obra.

Formación del personal interviniente en la obra

El personal de la Empresa Contratista que sea habitual en estos trabajos debe estar instruido en Seguridad, dentro de los programas periódicos de formación establecidos por la Empresa.

No obstante en las fechas inmediatas a la incorporación recibirá información específica acorde al trabajo que va a realizar y al contenido del Plan de Seguridad.

La empresa Contratista garantizará que el personal de sus Empresas Subcontratadas será informado del contenido del Plan de Seguridad, antes de incorporarse al trabajo, explicándoseles los riesgos que se presentan y la forma de asistencia a lesionados.

Seguimiento y control de la seguridad en la obra

La Empresa Contratista se compromete a realizar inspecciones de seguridad periódicamente a la obra.

Por otra parte, HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN S.A.U. podrá realizar inspecciones extraordinarias, ya sea mediante el Coordinador de Seguridad o por personal designado.

Información sobre accidentabilidad

Siempre que se produzca un accidente que requiera asistencia médica se confeccionará un parte de notificación de accidente, cumplimentado por el Responsable de Seguridad. En caso de producirse un accidente grave, debe darse conocimiento del mismo al promotor con la mayor brevedad.



Con objeto de que el promotor efectúe un seguimiento estadístico de los trabajos, la Empresa Contratista entregará mensualmente un parte actualizado de accidentes, en el que se incluyan las horas trabajadas, así como los índices de frecuencia y gravedad.

10. SERVICIOS HIGIÉNICOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, éstos montarán para su personal casetas prefabricadas dotadas de los servicios higiénicos necesarios (agua corriente, duchas, lavabos, taquillas, etc.), cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, características del trabajo y materiales o sustancias empleadas, las condiciones mínimas establecidas en el Punto nº 15, Parte A del Anexo IV del Real Decreto 1627/97 de “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción”.

También existirá un botiquín de primeros auxilios con el material necesario, que será repuesto inmediatamente tras su uso.

Si se utilizasen instalaciones permanentes existentes en la instalación, no será preciso dotar a la Obra de instalaciones temporales. Esta circunstancia será reflejada en el Plan de Seguridad.



Documento N°3: PRESUPUESTO



11.OBJETO

El objeto de este Documento es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo, se incluyen y valoran:

- 1) Las protecciones personales.
- 2) Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- 3) La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- 4) Las horas de personal dedicadas a formación, coordinación, seguimiento, vigilancia y reuniones de seguridad.
- 5) Casetas prefabricadas para servicios del personal.

12.PROTECCIONES PERSONALES

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
1		PROTECCIONES PERSONALES		
1.1	10	Casco de seguridad	4,00	40,00
1.2	3	Pantalla facial	15,00	45,00
1.3	10	Gafas antiproyecciones	10,00	100,00
1.4	20	Protectores auditivos (tapón)	0,50	10,00
1.5	3	Protectores auditivos (casco)	15,00	45,00
1.6	20	Mascarillas papel	0,75	15,00
1.7	4	Arnés seguridad tipo sujeción	60,00	240,00
1.8	6	Pares guantes flor vacuno	25,00	150,00
1.9	30	Pares guantes serraje	2,00	60,00
1.10	10	Pares botas seguridad	25,00	250,00
1.11	6	Pares botas agua	20,00	120,00
1.12	10	Trajes trabajo (pantalón, cazadora, dos camisas) en tela ignífuga	65,00	650,00
1.13	6	Trajes impermeables (pantalón y parka)	15,00	90,00
TOTAL PROTECCIONES PERSONALES				1.815,00 €

13.PROTECCIONES COLECTIVAS

No se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc., por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción.



Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
2		PROTECCIONES COLECTIVAS		
2.1	100	m.l. de cinta señalizadora con p/proporcional de soportes	0,30	30,00
2.2	15	m.l. de valla de protección de zanjas y otros usos, con p/proporcional de chapa para protección de pasos	15,00	225,00
2.3	2	Mamparas antiproyecciones	60,00	120,00
2.4	10	Carteles indicativos riesgo eléctrico	6,00	60,00
2.5	3	Extintores	45,00	135,00
2.6	2	Verificador de tensión	175,00	350,00
2.7	3	Equipo de p.a.T. y pértigas	280,00	840,00
2.8	20	Horas/hombre para el mantenimiento y reposición de protecciones	20,00	400,00
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS				2.160,00 €

14. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
3		MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS		
3.1	10	Reconocimientos médicos	80,00	800,00
3.2	3	Botiquines primeros auxilios completos	40,00	120,00
3.3	1	Reposición de medicamentos y utensilios en cada botiquín	60,00	60,00
3.4	2	Camillas evacuación accidentados	96,00	192,00
TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS				1.172,00 €

15. FORMACIÓN, COORDINACIÓN Y REUNIONES DE SEGURIDAD

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
		FORMACIÓN, COORDINACIÓN Y REUNIONES DE SEGURIDAD		
4				
4.1	20	Horas técnico en formación de seguridad	30,00	600,00
4.2	10	Horas en reuniones de seguridad	30,00	300,00
TOTAL FORMACIÓN, COORDINACIÓN Y REUNIONES DE SEGURIDAD				900,00 €

16. INSTALACIONES PARA USO DEL PERSONAL



Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
5		INSTALACIONES PARA USO DEL PERSONAL		
5.1	1	Ud. de caseta prefabricada para aseo y vestuarios	700,00	700,00
5.2	1	Ud. de caseta prefabricada para almacén de materiales y taller	700,00	700,00
5.3	20	Horas limpieza y conservación de instalaciones	20,00	400,00
5.4	1	Ud. de calentador instantáneo	300,00	300,00
5.5	2	Ud. de recipiente con tapa para desperdicios	7,00	14,00
		TOTAL INSTALACIONES PARA USO DEL PERSONAL		2.114,00 €

17. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Pos.	Descripción	P/Total (€)
	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
1	Protecciones personales	1.815,00 €
2	Protecciones colectivas	2.160,00 €
3	Medicina preventiva y primeros auxilios	1.172,00 €
4	Formación, coordinación y reuniones de seguridad	900,00 €
5	Instalaciones para uso del personal	2.114,00 €
	TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD Y SALUD	8.161,00 €

Asciende, por tanto, el presente Presupuesto de Seguridad y Salud a la cantidad de: **OCHO MIL CIENTO SESENTA Y UN EUROS.**

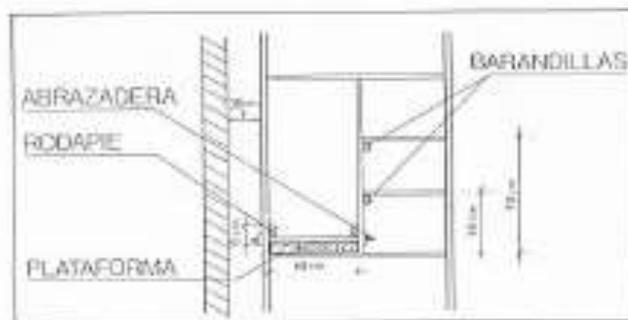
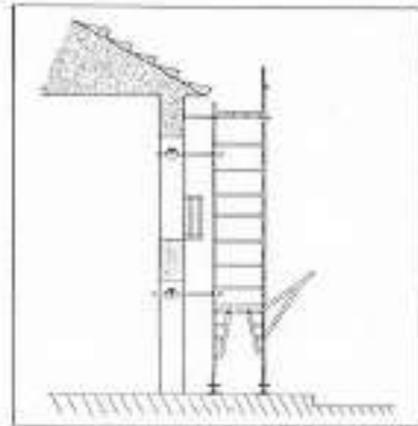
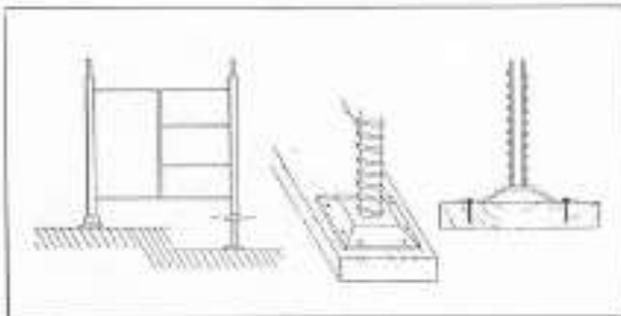
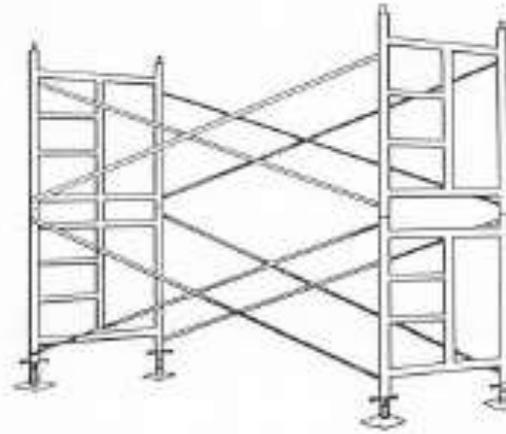


Documento N°4: PLANOS

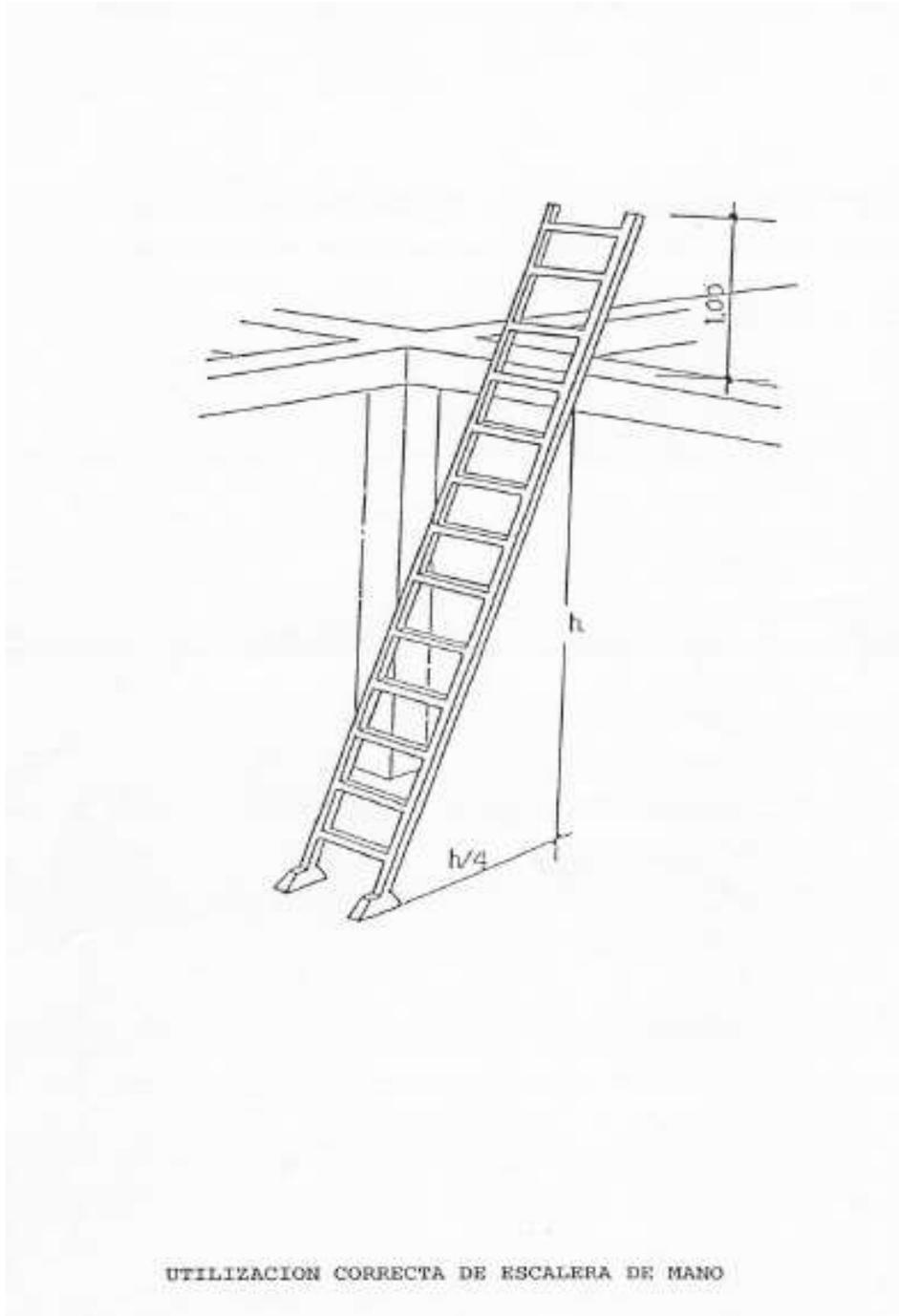


LISTADO DE PLANOS

- Utilización correcta de andamios fijos.
- Utilización correcta de escalera de mano.
- Herramienta manual. Riesgos.
- Prevención de riesgos eléctricos.
- Señalización de riesgos eléctricos.
- Plan de Autoprotección de la Subestación de Tabiella. Planta General.

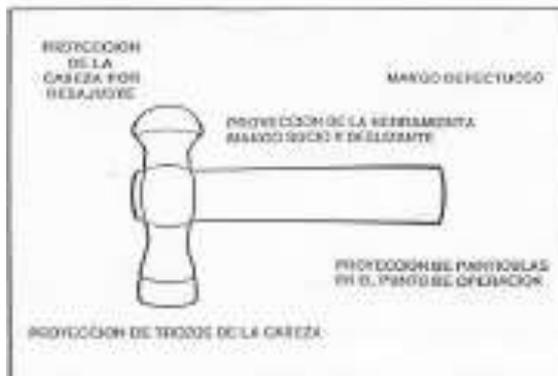


UTILIZACION CORRECTA ANDAMIOS FIJOS

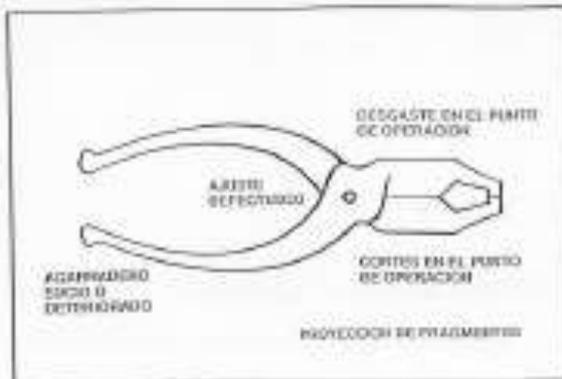




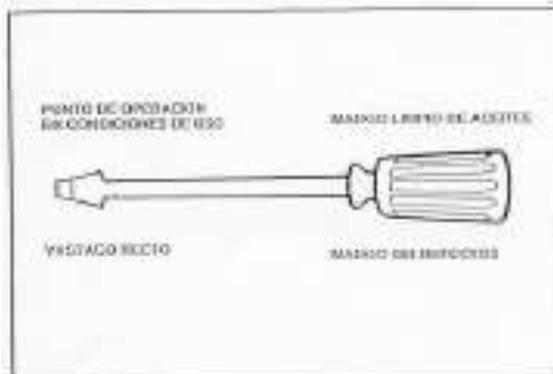
MARTILLOS - MAZA



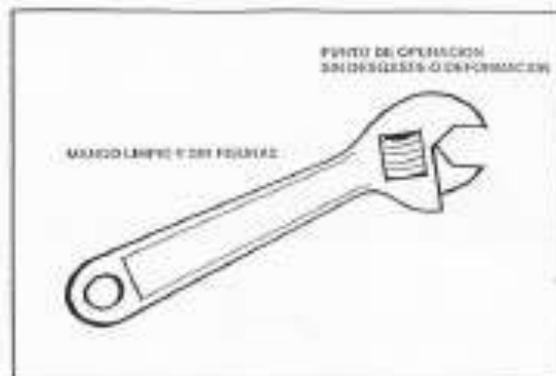
ALICATES - TENAZAS - TIJERAS - CIZALLAS



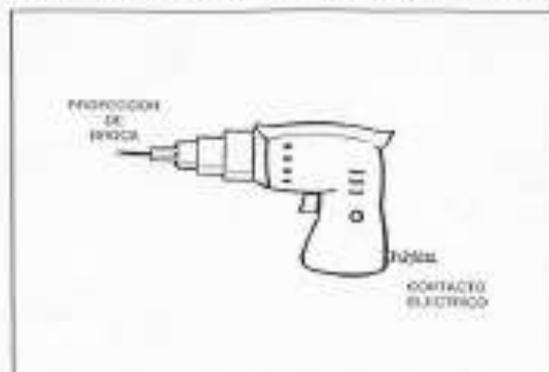
DESTORNILLADOR - LIMAS



LLAVES



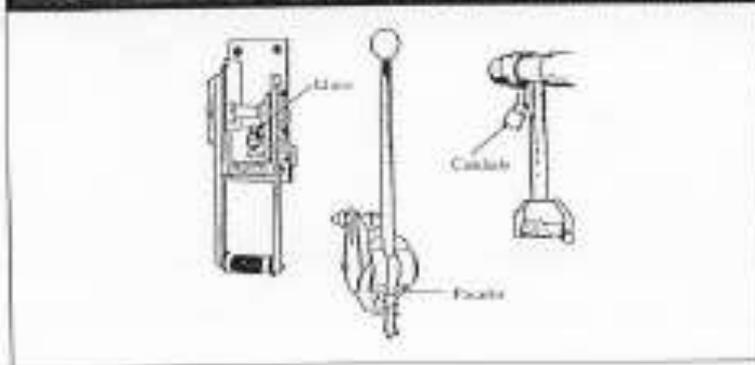
ELECTRICAS:
TALADRO, SIERRAS, MOLDURERA, SOLDADORES



HERRAMIENTA MANUAL. RIESGOS



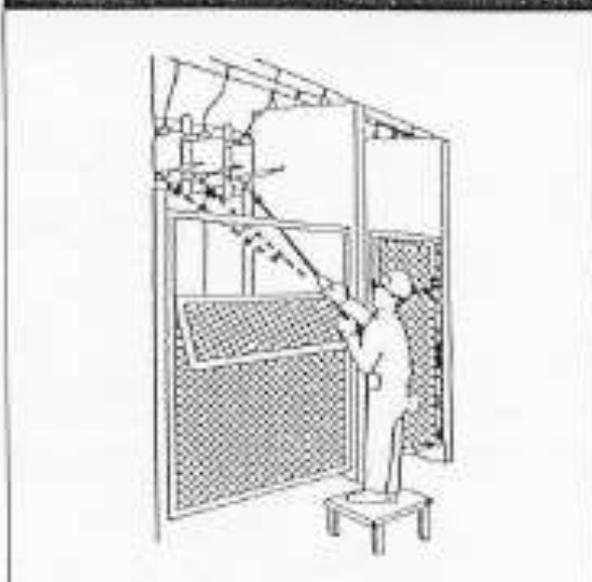
BLOQUEO MECANICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO



BLOQUEO ELECTRICO MEDIANTE RETIRADA DE FUSIBLES DE MANDO



COMPROBACION DE LA AUSENCIA DE TENSION

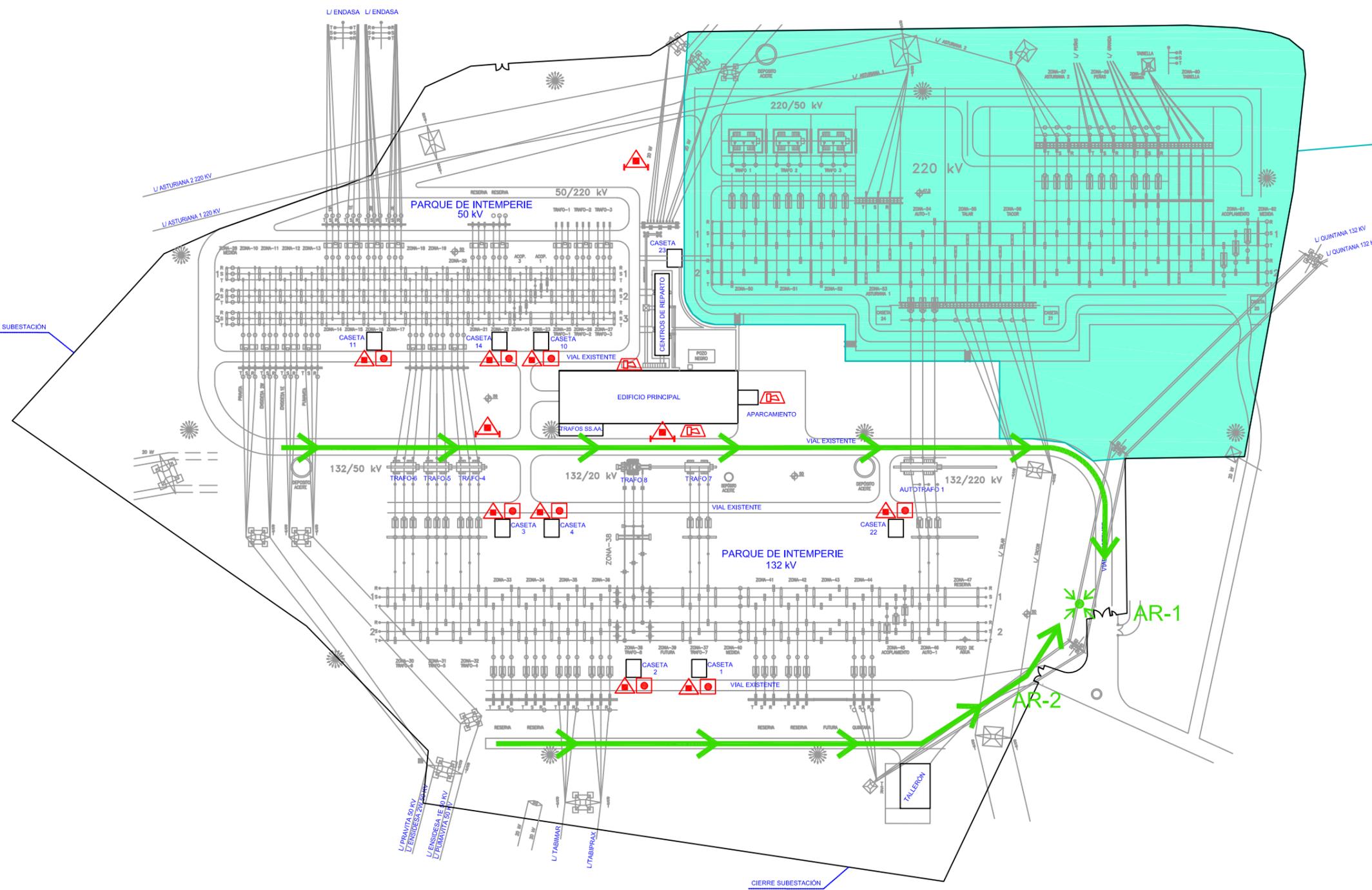


UTILIZACION DE PANTALLAS AISLANTES





SEÑALIZACION DE RIESGOS ELECTRICOS



R.E.E.

LEYENDA

ZONA / ÁREA	SUPERFICIE
RECINTO (EDP + REE)	80.400 m ²
RECINTO (EDP)	58.250 m ²
PARQUE INTEMPERIE 132 kV	7.150 m ²
PARQUE INTEMPERIE 50 kV	5.150 m ²
EDIFICIO PRINCIPAL	1.080 m ²
ÁREA TRAFOS	600 m ²

MEDIOS DE PROTECCIÓN

EXTINCIÓN

- EXTINTOR PORTÁTIL DE POLVO ABC
- EXTINTOR DE CARRO DE POLVO ABC
- PULSADOR MANUAL DE ALARMA

EVACUACIÓN

VÍAS DE EVACUACIÓN

- VÍA DE EVACUACIÓN PRINCIPAL
- VÍA DE EVACUACIÓN ALTERNATIVA

PUNTO DE REUNIÓN

- PUNTO DE REUNIÓN

EL CLIENTE

HIDROCANTÁBRICO
DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA, S.A.U

LA EMPRESA

PREVINSA
Polígono de Rlaño III - Nave 5 - Langreo - Asturias

REALIZADO POR

DIEGO GONZÁLEZ

VERIFICADO POR

ESMERALDA GUTIÉRREZ

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA
TABIELLA - AVILÉS
ASTURIAS

FECHA

JUNIO 2015

ESCALA

1/1.500

Original DIN-A3

PLANO

PLAN DE AUTOPROTECCIÓN
PLANTA GENERAL

03 de 08



ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN



ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO	3
2.	IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS	3
3.	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA Y SU SEGREGACIÓN “IN SITU”	4
4.	PREVISIÓN DE UTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA U OTROS EMPLAZAMIENTOS	6
5.	INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO U OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS	6
6.	PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	7
6.1.	PRESCRIPCIONES GENERALES.....	7
6.1.1.	GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.....	7
6.1.2.	CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS.....	7
6.1.3.	LIMPIEZA DE LAS OBRAS	7
6.2.	PRESCRIPCIONES PARTICULARES.....	8
7.	VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCD's.....	9



1. ANTECEDENTES Y OBJETO

El proyecto de ampliación de la Subestación de Tabiella comprende la ejecución de trabajos de construcción y demolición, lo que conlleva la generación de residuos.

De acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y conforme a lo dispuesto en el Artículo 4, de obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, se incluye en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, con el siguiente contenido:

- Identificación y estimación de la cantidad de los residuos de la obra objeto del proyecto.
- Definición de las medidas necesarias para la prevención de residuos en la obra y su segregación "in situ".
- Previsión de reutilización/destino en la misma obra u otros emplazamientos.
- Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión de los residuos.
- Prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto.
- Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCD's, que formará parte del presupuesto del proyecto.

2. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS

Se considerarán Residuos de Construcción y Demolición (RCD's) a aquellos generados por el desarrollo de obras como resultado de los excedentes de excavación o de los movimientos de tierra generados en el transcurso de las mismas, junto con los residuos generados en actividades propias del sector de la construcción, demolición y obra civil en general.

A continuación se indican los residuos a generar durante el desarrollo de la obra, junto a su correspondiente código de la Lista Europea de Residuos (LER) establecida en la Orden MAM/304/2002:



GENERACIÓN DE RCD's				
RESIDUO	LER	Cantidad (m ³)	Cantidad (t)	Ref *
Residuos de construcción y demolición (incluida tierra excavada de zonas contaminadas)				
Hormigón	17 01 01			80 t
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	17 01 07			40 t
Madera	17 02 01			1 t
Vidrio	17 02 02			1 t
Plástico	17 02 03			0,5 t
Metales mezclados	17 04 07			2 t
Tierra y piedras	17 05 04	75,00		N/A
Residuos mezclados de construcción y demolición	17 09 04			N/A
Residuos municipales (domésticos y asimilables procedentes de comercios, industrias e instituciones)				
Papel y cartón	20 01 01			0,5 t

* Cuando la cantidad de residuos prevista supere estas referencias individualizadas, se deberá establecer una sistemática de segregación de todas las fracciones de residuos en obra previo gestión final.

3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA Y SU SEGREGACIÓN "IN SITU"

- Con carácter general, se contemplarán las siguientes medidas de prevención y/o minimización de residuos en obra:
- Los materiales, maquinaria, útiles y herramientas necesarios para la ejecución de las obras se situarán en un emplazamiento que minimice su incidencia en el entorno, evitándose, así, la posible contaminación de tierras y sus posterior retirada y gestión.



- Materiales, productos químicos y residuos peligrosos deberán implementar medidas suficientes que garanticen que no se realiza contaminación del suelo o de las aguas subterráneas.
- Se ordenarán, vallarán y señalizarán las diferentes unidades de obra, reduciendo a lo imprescindible el espacio ocupado, especialmente en entornos sensibles.
- Ante obras que lleven operaciones de obra civil como excavación, hormigonado, demolición, etc., el material de desecho resultante se acopiará de las siguientes formas:
 - a) Directamente sobre camión.
 - b) En contenedores adecuados.
 - c) Directamente sobre el suelo en área de obra predefinida, asegurando que la maniobra no produzca una mayor ocupación de la zona afectada.
- Se segregarán, en la medida de lo posible, todos los residuos generados en la obra, con especial atención a las maderas, metales y plásticos, si bien las tierras y restos de excavación en entornos urbanos se podrán gestionar conjuntamente.
- La segregación de RCD's será obligatoria cuando las cantidades estimadas superen las cantidades de referencia indicadas en la tabla de generación de residuos.
- Las diferentes fracciones se depositarán en envases, contenedores o áreas independientes habilitados al uso y correctamente identificados para tal fin.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, la disposición de residuos peligrosos mezclados con los RCD's.
- Una vez finalizada la obra, se restituirá el estado de limpieza de la zona y/o se rehabilitarán los espacios ocupados.
- Se mantendrá un adecuado estado de mantenimiento de los equipos y maquinaria que evite episodios de fugas o derrames accidentales que provoquen, a su vez, contaminación de tierras.
- Ante fugas/derrames accidentales se procederá a la recogida de las tierras contaminadas, a través de medios de recogida adecuados (barreras, bayetas, sepiolitas, otros absorbentes).
- Las tierras y materiales impregnados y/o mezclados con residuos peligrosos serán retirados de forma independiente como residuos peligrosos.
- No se realizará lavado de equipos en obra, especialmente de canaletas y otros equipos de hormigonado. Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros.



4. PREVISIÓN DE UTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA U OTROS EMPLAZAMIENTOS

Las operaciones y el destino previsto inicialmente para los RCD's generados en obra implica:

- La tierra vegetal no contaminada se reutilizará en las tareas de rehabilitación del entorno.
- Únicamente se permitirá la retirada de los RCD's de obra por transporte autorizado.
- Los RCD's retirados de obra se destinarán, preferentemente y por este orden, a la reutilización, reciclado u otra forma de valorización por Gestor autorizado debidamente acreditado.
- Los residuos se separarán de forma mecánica, separando manualmente la madera, plásticos y los residuos metálicos.
- Tierras, escombros y mezclas de RCD's, siempre ausentes de residuos peligrosos, podrán emplearse en rellenos autorizados o serán retirados por gestor para su posterior reutilización o eliminación controlada en vertedero.

5. INSTALACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO U OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Las instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión de RCD's se ajustarán a las cantidades previstas y el tiempo previsto de ejecución.

A continuación se detallan las operaciones y destinos previstos para los residuos de la obra:

- Los materiales metálicos se transportarán directamente a un centro de tratamiento de chatarra, por lo que no se almacenarán en obra.
- Los materiales procedentes de la excavación se retirarán directamente en camión.
- Sólo se permitirá almacenar los materiales de excavación que se reutilicen para el relleno de zanjas. Este material se almacenará en una zona del estacionamiento habilitada y señalizada.
- El resto de materiales varios procedentes de las labores habituales de obra civil se almacenarán en contenedor.



6. PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

A continuación se especifican las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de gestión de los residuos procedentes de la construcción y demolición en la obra.

6.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

6.1.1. GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de gestores autorizados mediante contenedores o sacos industriales homologados.

6.1.2. CERTIFICACIÓN DE LOS MEDIOS EMPLEADOS

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad, documentación acreditativa de la correcta gestión de los RCD's a través del Libro-registro de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD's) en obra, R2, manteniendo albaranes, tickets de pesada y demás documentación acreditativa de la gestión final por entidades autorizadas y homologadas durante un plazo de 5 años, tal y como establece del RD 105/2008.

6.1.3. LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.



6.2. PRESCRIPCIONES PARTICULARES

- a) El depósito temporal de los RCD's se realizará en sacos industriales homologados, contenedores metálicos específicos o áreas de acopio acondicionadas e identificadas para tal fin.
- b) Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- c) El depósito temporal para RCD's valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- d) Los contenedores deberán estar debidamente identificados para garantizar la segregación.
- e) Se tomarán las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra.
- f) En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.
- g) Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de recuperación o reciclado.
- h) En este caso se deberá asegurar por parte del contratista de disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD's autorizados.
- i) Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD's que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, relleno, etc....) cuenta con las preceptivas autorizaciones. Así mismo, se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en el registro pertinente
- j) Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los albaranes de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.
- k) La gestión tanto documental como operativa de los residuos en obra se regirán conforme a la legislación de aplicación.
- l) Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros
- m) Se evitará en todo momento la contaminación con productos peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos
- n) Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros.



7. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO PARA LA CORRECTA GESTIÓN DE LOS RCD'S

El objeto de este apartado es valorar los gastos asignados según previsiones del desarrollo de este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

Pos.	Cant.	Descripción	P/Unitario (€)	P/Total (€)
1	1	Alquiler de contenedor para escombros procedentes de excavación	1.200,00	1.200,00 €
2	1	Contenedor de plástico para almacenaje de materiales plásticos y envases	65,00	65,00 €
3	1	Contenedor metálico para recogida de chatarra	80,00	80,00 €
4		Partida alzada a justificar para transporte de residuos a planta de recogida y tratamiento	1.650,00	1.650,00 €
TOTAL				2.995,00 €

Asciende, por tanto, el presente Presupuesto de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición a la cantidad de: **DOS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS.**