

Proyecto **PROYECTO DE SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA "JENARIZ"**

Documento **MEMORIA**

Número de proyecto **TP164-WF-MEMORIA-SET JENARIZ-
REV00-200220**

Elaborado para **AGROWIND NAVARRA 2013**

Elaborado por **AF-ARIES**
Febrero 2020

El Ingeniero Industrial, Colegiado Nº 15877

Francisco Javier Gala Lupiani



ÍNDICE

1	Introducción. Objeto y alcance del Proyecto	1
2	Datos generales	2
2.1	Datos del promotor	2
2.2	Normativa de aplicación	2
2.2.1	Disposiciones legales	2
2.2.2	Seguridad y salud laboral	2
2.2.3	Normativa técnica de aplicación	3
2.2.4	Normativa internacional de aplicación	3
2.3	Justificación de la necesidad de la instalación	4
3	Descripción de la instalación.....	4
3.1	Emplazamiento	5
3.2	Organismos afectados	7
4	Descripción de los trabajos proyectados	7
4.1	Datos básicos de diseño	7
4.1.1	Distancias mínimas de aislamiento	7
4.1.2	Altura mínima de los pasillos de servicio	7
4.1.3	Zonas de protección contra contactos accidentales desde el interior de la instalación.	8
4.1.4	Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior de la instalación	8
4.2	Sistema de 132 kV	8
4.2.1	Protecciones	9
4.2.2	Medidas.....	9
4.2.3	Disposición general de embarrados y posiciones	9
4.2.4	Datos básicos de diseño	10
4.2.5	Características de aparamenta	11
4.3	Sistema de 30 kV	15
4.3.1	Disposición general	15
4.3.2	Pararrayos autoválvulas	15
4.3.3	Embarrado de salida transformador 30 kV	16
4.3.4	Cables aislados de conexión trafo-celda	16
4.4	Sistema de Media Tensión 30 kV Interior	16
4.4.1	Características técnicas	16
4.4.2	Posición de transformador 132/30 kV, lado 30 kV	17
4.4.3	Posición de línea de 30 kV	17



4.4.4	Posición de medida de tensión de barras generales 30 kV	18
4.4.5	Posición transformador de servicios auxiliares	18
4.4.6	Cables aislados de interconexión celda con transformador de servicios auxiliares..	19
4.4.7	Transformador de servicios auxiliares	19
4.5	Instalaciones de baja tensión	20
4.5.1	Servicios auxiliares	20
4.5.2	Servicios auxiliares de C.A.	20
4.5.3	Servicios auxiliares en C.C.	20
4.5.4	Sistema de alimentación.....	21
4.5.5	Cuadros de servicios auxiliares	21
4.5.6	Canalizaciones eléctricas empleadas	22
4.5.7	Instalación de alumbrado interior	22
4.5.8	Alumbrado exterior	22
4.5.9	Alumbrado de emergencia	23
4.5.10	Tomas de corriente	23
4.5.11	Sistemas de alarma	23
4.5.12	Sistema de mando, medida, protección y control	23
4.5.13	Funciones de Protección y Control.....	24
4.5.14	Funciones de Telecontrol	24
4.5.15	Funciones de Mando, Medida y Señalización	25
4.6	Sistema de medida de energía para facturación	26
4.7	Comunicaciones.....	27
4.8	Actuaciones Obra Civil	27
4.8.1	Acceso a la subestación	27
4.8.2	Acondicionamiento de la parcela	27
4.8.3	Cimentaciones de aparamenta.	27
4.8.4	Bancada del transformador	28
4.8.5	Sistema de recogida de aceite de transformadores.....	28
4.8.6	Red de tierras	28
4.8.7	Canalizaciones de Parque.....	29
4.8.8	Terminación superficial.....	30
4.8.9	Cerramiento perimetral	30
4.8.10	Puertas de acceso	30
4.8.11	Viales.....	30
4.8.12	Fosa séptica.....	31
4.8.13	Depósito de agua.....	31
4.8.14	Grupo de presión	31
4.8.15	Caseta de residuos	31
4.8.16	Drenaje de aguas pluviales	31
4.9	Edificio.....	31
4.9.1	Características Constructivas.....	32
4.10	Montaje Electromecánico	33
4.10.1	Estructura Metálica	33



4.10.2	Cajas de Centralización	33
4.11	Normativa y Sistemas de Prevención de Incendios.....	34
4.11.1	Parque Intemperie	34
4.11.2	Instalación Interior	34
5	Plazo de ejecución	34
6	Presupuesto	35



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de las líneas de evacuación	1
Figura 2 – Localización de la SET “Jenariz” 30/132 kV	6
Figura 3 – Implantación General SET Jenariz 30/132 kV	10
Figura 4 – Vista de Alzado SET Jenariz 30/132 kV.....	10



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Coordenadas Geográficas Subestación	6
Tabla 2 – Datos básicos de diseño de la SET	10
Tabla 3 - Resumen presupuesto	35

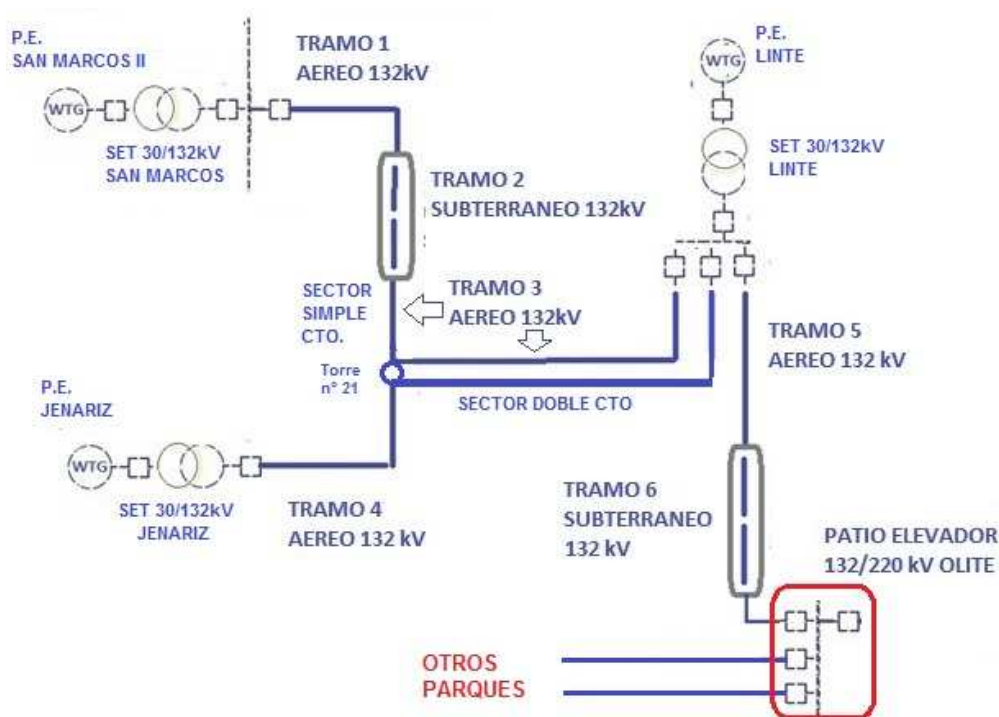
1 Introducción. Objeto y alcance del Proyecto

El presente proyecto se refiere a la definición de los requerimientos para la ejecución de una Subestación elevadora en 30/132kV que será el elemento centralizador para la evacuación de energía del Parque Eólico propuesto en el Término Municipal Miranda de Arga en Navarra. El parque eólico hará entrega de la energía mediante circuitos subterráneos de 30 kV para su transformación a la tensión de la línea de evacuación a 132 kV.

El parque que aportará energía a la subestación es el Parque Eólico Jenariz, que aportará una potencia máxima de 24 MW.

La línea de evacuación en 132 kV transportará la energía proveniente del parque anteriormente mencionado pasando por varios puntos de conexión y subestaciones eléctricas hasta la Subestación Olite, que corresponde al punto de entrega. En la siguiente figura, se muestra un esquema de las líneas de evacuación.

Figura 1 – Esquema de las líneas de evacuación



La Subestación elevadora que poseerá elementos individuales para el manejo de energía en 30 kV, tales como transformadores elevadores, transformadores de servicios auxiliares, celdas de protección en 30 kV, equipos de medición de energía, equipos de maniobra y operación en 132 kV, hasta llegar al componente común que se inicia en la barra principal de 132 kV y la línea de evacuación.

El trafo se instalará en base a posible incremento de capacidad como consecuencia del documento de la DIA con nº expediente 0001-0035-2016-000002 de la RESOLUCIÓN 400E/2018, de 14 de junio, de la Directora General de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio.



2 Datos generales

2.1 Datos del promotor

AGROWIND NAVARRA 2013 S.L., sociedad de nacionalidad española, con domicilio a efectos de notificaciones en Navarra en el Parque Empresarial La Muga nº11, Planta 3, Oficina 5, Orkoyen (Navarra), inscrita en el Registro Mercantil de Navarra con CIF número B-71158190.

2.2 Normativa de aplicación

Serán válidas a todos los efectos las prescripciones señaladas en las Leyes, Reglamentos y Normas generales, así como todas aquellas que estén en vigor en el momento de ejecución de las obras.

En particular, serán de aplicación las siguientes Normas y Reglamentos:

2.2.1 Disposiciones legales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las Bases del Régimen Local.
- Real Decreto Ley 781/1986, de 16 de abril, sobre Texto refundido de las disposiciones legales vigentes en materia de Régimen Local.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción aprobado Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, y publicado en el Boletín Oficial del Estado del 25 de octubre.

2.2.2 Seguridad y salud laboral

- Capítulo XVI de la Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1970.
- Resolución de 26 de julio de 2002, de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el Registro y publicación del Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción 2002-2006 Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, que establece disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.



- Código Técnico de la Edificación CTE.
- Normas UNE de aplicación a los equipos de protección individual y colectivos.
- Convenios de la OIT suscritos por España.
- Procedimientos y requerimientos establecidos por operador de la Subestación Saetillas en lo referido a labores cercanos a equipos energizados, acceso a instalaciones y permisos de obra.

2.2.3 Normativa técnica de aplicación

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23, publicado en BOE 139 de 9 de junio de 2014.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC LAT 01 a 09, publicado en BOE 68 de 19 de marzo de 2008.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueban el Reglamento de baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC BT 01 a 51, publicado en BOE 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de las instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de puntos de medida, aprobadas por Orden de 12 de abril de 1999.
- Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero por el que se establecen el régimen retributivo de la actividad de distribución eléctrica.
- Otra normativa municipal, autonómica y estatal de aplicación.
- Normas UNE de aplicación.

2.2.4 Normativa internacional de aplicación

La normativa específica de aplicación para los equipos eléctricos será la siguiente:

- IEC 60071 Insulation Coordination
- IEC 60076 Power Transformers
- IEC 60099 Metal Oxide Surge Arresters without Gaps for AC Systems
- IEC 60185 Current Transformers
- IEC 60186 Voltage Transformers
- IEC 62271 High Voltage Switchgear and Controlgear
- IEC 62305 Protection Against Lightning
- IEEE Std 80 Guide for Safety in AC Substations Grounding

- IEEE Std.998 Guide for Lightning Stroke Shielding of Substations
- IEEE Std.605 Guide for Bus Design in Air Insulated Substations

La normativa de aplicación para obra civil será la siguiente:

- EUROCODE 0 Structural Design Bases
- EUROCODE 1 Actions
- EUROCODE 2 Design of Concrete Structures
- EUROCODE 3 Design of Steel Structures
- EUROCODE 6 Design of Brick Structures
- EUROCODE 7 Geotechnical Design
- EUROCODE 8 Seismic Design
- ACI 318 Building Code Requirements for Structural Concrete
- ACI 360R Design of Slab-on-Grade
- EN-ISO 4032 Hexagon Nuts
- EN-ISO 7091 Flat Washers
- EN-ISO 898 Bolts, Screws and Studs
- EN-ISO 1461 Hot Dip Galvanized
- EN 10025 Hot Rolled Products of Steel Structural
- EN 10080 Reinforcing Bars
- ASTM A 615 Concrete Rein for cement Steel

2.3 Justificación de la necesidad de la instalación

La Subestación "Jenariz", estará destinada a evacuar la energía producida el parque mencionado en la sección 1.1 a través de una línea de transmisión aérea de 132 kV. En virtud de que el parque generará la energía a un nivel de tensión de 30 kV hace necesario elevar la tensión a niveles que permitan el transporte de energía dentro de los niveles admitidos de regulación de voltaje, capacidad de transporte y pérdidas de energía en todo el recorrido hasta acceder al punto de entrega final dentro de la red Nacional.

3 Descripción de la instalación

La instalación cubre los niveles de Media (30 kV) y Alta (132 kV) tensión, lo que obliga al cumplimiento de las normativas y reglamentos exigidos por las autoridades donde se destaca, además de las normas ya enunciadas previamente de la reglamentación de la ITC-RAC-02. Esta Instrucción Técnica Complementaria establece los elementos de obligatorio cumplimiento en lo relativo a los siguientes elementos:

- Generales
- Aisladores y Pasatapas
- Aparamenta
- Seccionadores
- Interruptores, Contactores e interruptores automáticos
- Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante
- Transformador de Potencia

- Transformadores de medida y protección
- Fusibles
- Cables

La instalación propuesta corresponde a una instalación nueva, y estará compuesta de los siguientes elementos:

- Sala de Mando, Medición y Control que dispondrá de las celdas metálicas en 30 kV, gabinetes de protección tanto en 30 como 132 kV, tableros auxiliares y gabinete de medición. Cada parte dispondrá de un conjunto de equipos individuales para su operación exclusiva del propietario y operador designado.
- Área común de aparcamiento y uso general
- Área común de almacenamiento de material y equipos
- Patio de 30 kV compuesto por equipos al aire libre en 30 kV (Interruptores, seccionadores, transformadores de medición, transformadores de potencia, pararrayos y transformadores de servicios auxiliares).
- Patio de 132 kV compuesto por pararrayos, seccionadores, interruptor de potencia transformadores de medición permitiendo a su vez la medición de la energía saliente y producida en el parque.
- Todas las obras civiles correspondientes a la implantación y manejo de la obra que componen lo siguiente:
 - Limpieza del terreno, deforestación y preparación del terreno
 - Nivelación, terraplenes, drenajes y acabados de la superficie de implantación
 - Malla de puesta a tierra
 - Viales internos para traslado de equipos
 - Cimientos de los equipos
 - Sistema de recolección de aceites de derrame
 - Muros de protección
 - Canales de canales y ductos
 - Edificaciones civiles, incluyendo dotación de servicios básicos de aguas, drenajes y aguas servidas
 - Estructuras soporte, pórticos y iones civiles
 - Movimiento de tierra
 - Vallado perimetral y portones de acceso

3.1 Emplazamiento

La Subestación Elevadora SET "Jenariz" se encuentra ubicada en la Comunidad Foral de Navarra, al Norte de España.

Está situada al Oeste del Parque Eólico Jenariz, según se indica en los planos, en un terreno a ser conformado a lo largo del camino principal de acceso (camino 1), en las siguientes coordenadas geográficas

Tabla 1 – Coordenadas Geográficas Subestación

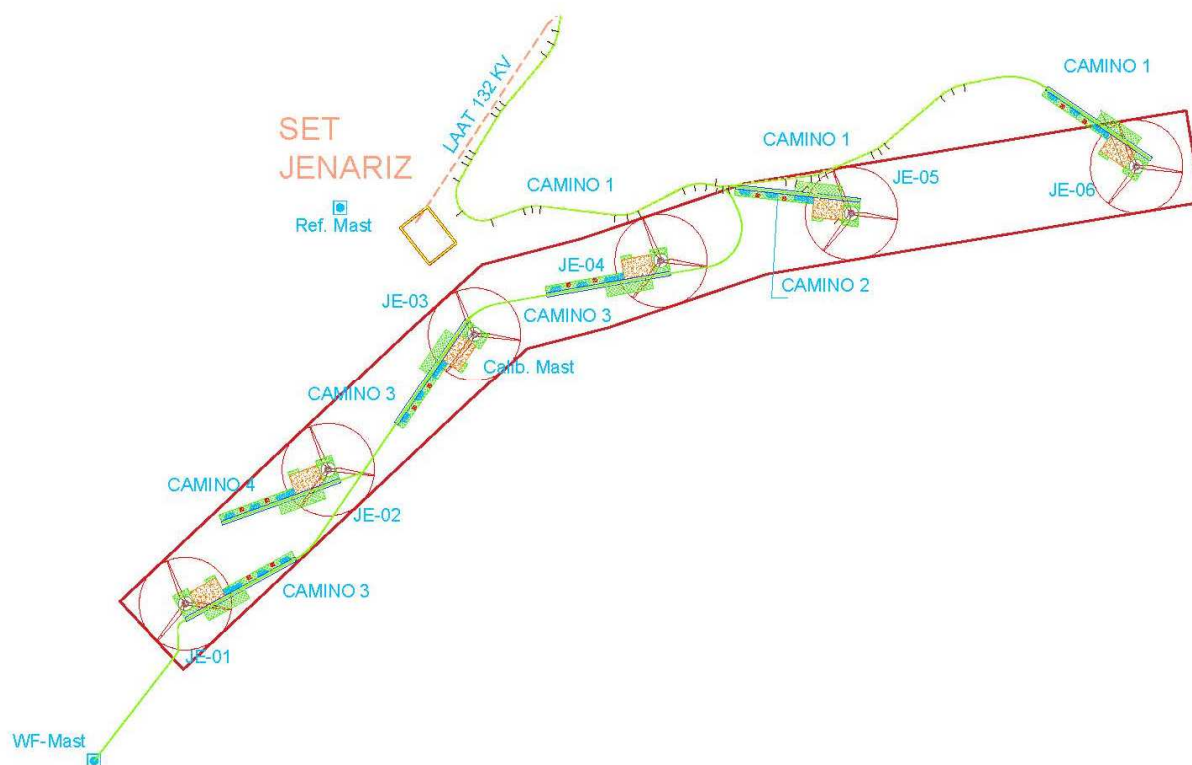
COORDENADAS UTM ETRS89 H30 POSICIONES ACTUALES		
Subestación	X	Y
1	593.802	4.704.080
2	593.823	4.704.053
3	593.795	4.704.031
4	593.774	4.704.058

La línea eléctrica de evacuación en alta tensión correspondiente será objeto de otro proyecto, por lo que la presente memoria únicamente está referida a la subestación.

Esta ubicación ha sido seleccionada por reunir condiciones beneficiosas referidas al sistema eléctrico propio de los parques eólicos, como son:

- Que facilite la llegada del circuito proveniente del parque eólico.
- Que facilite la salida de la línea de evacuación hacia el punto de entrega final
- Que no obstaculice las vías, implantaciones de los generadores ni las áreas de restricción ambiental

Figura 2 – Localización de la SET "Jenariz" 30/132 kV





3.2 Organismos afectados

La Subestación presenta un área aproximada de 60 x 50 m, en un terreno sin significativa actividad comercial. Por ser una ubicación puntualizada, no se detectan efectos sobre cauces, vías pecuarias ni carreteras, destacando que dentro de los planes de desarrollo de las viales del parque eólico se ha propuesto una vía de acceso a la subestación.

4 Descripción de los trabajos proyectados

4.1 Datos básicos de diseño

La aparamenta a ser instalada cumple con los siguientes valores mínimos:

El sistema en 132 kV pertenece al Grupo B ($U_m = 132 \text{ kV}$), con las siguientes características:

- Distancia mínima de aislamiento en aire (fase a tierra y entre fases): 1100 mm

4.1.1 Distancias mínimas de aislamiento

Las distancias mínimas de aislamiento basado en ITC-RAT 12, son las siguientes:

Para $U_m = 145 \text{ kV}$: $d = 130 \text{ cm}$

Para $U_m = 36 \text{ kV}$: $d = 32 \text{ cm}$

Las distancias mínimas entre fases en el aire entre partes de una instalación que puedan separarse mediante un seccionador o distancia de seccionamiento equivalente (tanto entre conductores de una misma fase como de fases distintas) serán, al menos un 25 % superior a las distancias mínimas de aislamiento indicadas.

4.1.2 Altura mínima de los pasillos de servicio

La altura a tierra se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$H = 250 + d$$

Donde:

- H es la altura mínima de los pasillos de servicio (cm)
- d es la distancia mínima a tierra (cm)

Para $U_m = 145 \text{ kV}$: $H = 380 \text{ cm}$

Para $U_m = 36 \text{ kV}$: $H = 282 \text{ cm}$

La altura mínima de la base metálica donde se apoyan los aislamientos de los equipos debe tener una altura mínima respecto a tierra de:

$$H_{BASE} = 230 \text{ cm}$$

4.1.3 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el interior de la instalación.

La distancia horizontal mínima entre un objeto con tensión y una pared maciza de altura mayor a $X = 180 \text{ cm}$ se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$B = d + 3$$

Donde:

- Y es la distancia horizontal (cm)
- d es la distancia mínima a tierra (cm)

Para $U_m = 145 \text{ kV}$: $B = 133 \text{ cm}$

Para $U_m = 36 \text{ kV}$: $B = 35 \text{ cm}$

4.1.4 Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior de la instalación

La distancia horizontal mínima entre un objeto con tensión y un enrejado de cualquier altura $k \geq 220 \text{ cm}$ se determina de acuerdo con la siguiente expresión:

$$G = d + 150$$

Donde:

- G es la distancia horizontal (cm)
- d es la distancia mínima a tierra (cm)

Para $U_m = 145 \text{ kV}$: $G = 280 \text{ cm}$

Para $U_m = 36 \text{ kV}$: $G = 182 \text{ cm}$

La cuadrícula del enrejado será máxima 50 x 50 cm.

4.2 Sistema de 132 kV

El sistema de 132 kV está compuesto por elementos localizados en el parque exterior.

Los elementos principales que constituyen este sistema son transformadores de potencia, autoválvulas, transformadores de intensidad, seccionadores e interruptores automáticos.

La selección de estos elementos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo a la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

POSICIÓN DE TRANSFORMADOR

Una (1) posición de transformador, con los siguientes elementos:

- Un interruptor automático tripolar en SF6.
- Juego de tres transformadores de potencial.
- Juego de tres pararrayos autoválvulas de protección de transformador.
- Un transformador de 132/30 kV, 25 MVA.

4.2.1 Protecciones

El sistema de 132 kV poseerá protecciones de tipo digital numérica de última tecnología consistiendo en los siguientes elementos:

- Protección diferencial del transformador
- Protección de respaldo de sobrecorriente
- Protección de distancia para la línea
- Protección de respaldo de distancia para la línea

Las protecciones de la línea se coordinarán con la subestación de destino utilizando el vehículo de comunicación provisto en el cable guarda de tipo OPGW, (fibra óptica).

4.2.2 Medidas

Mediante el transformador de potencial propuesto en la bahía de transformación, y los transformadores de corriente, propuestos como parte integral del interruptor, se dispondrán de los puntos de toma de señal para las mediciones.

Para ello, se incluye en la sala de control de un módulo de medición fiscal donde se podrá registrar la energía evacuada por el parque en el punto de salida hacia el sistema nacional.

4.2.3 Disposición general de embarrados y posiciones

La disposición de los equipos en la subestación se define a partir de las dimensiones estimadas de los equipos y las distancias mínimas establecidas en las normativas

Figura 3 – Implantación General SET Jenariz 30/132 kV

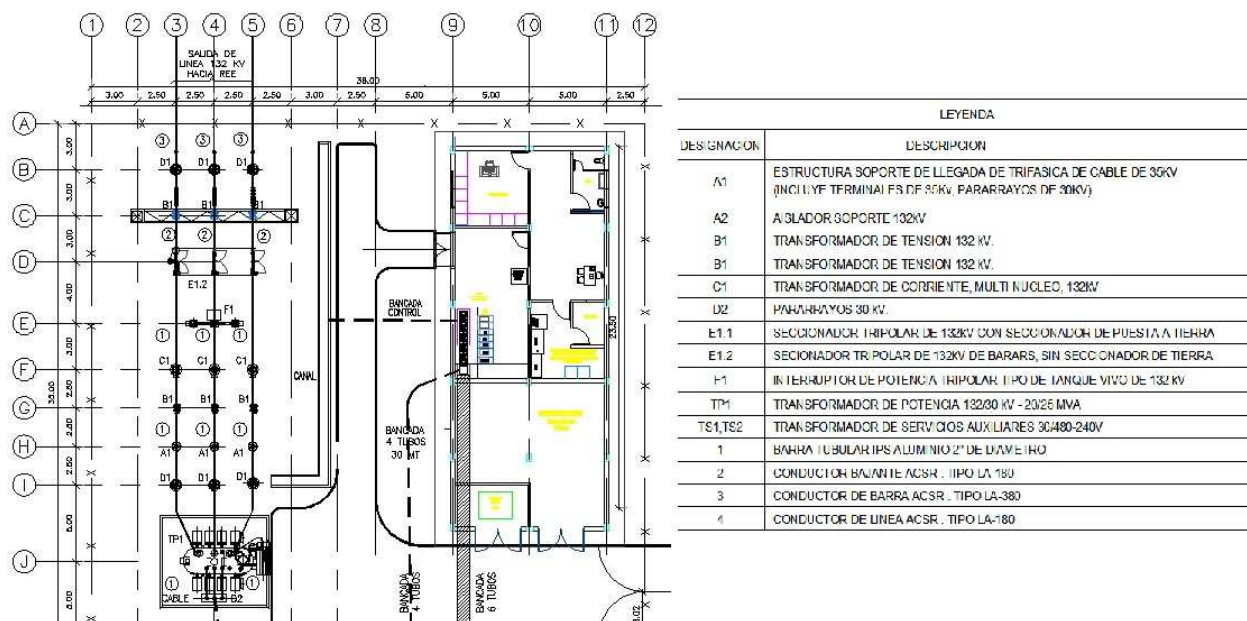
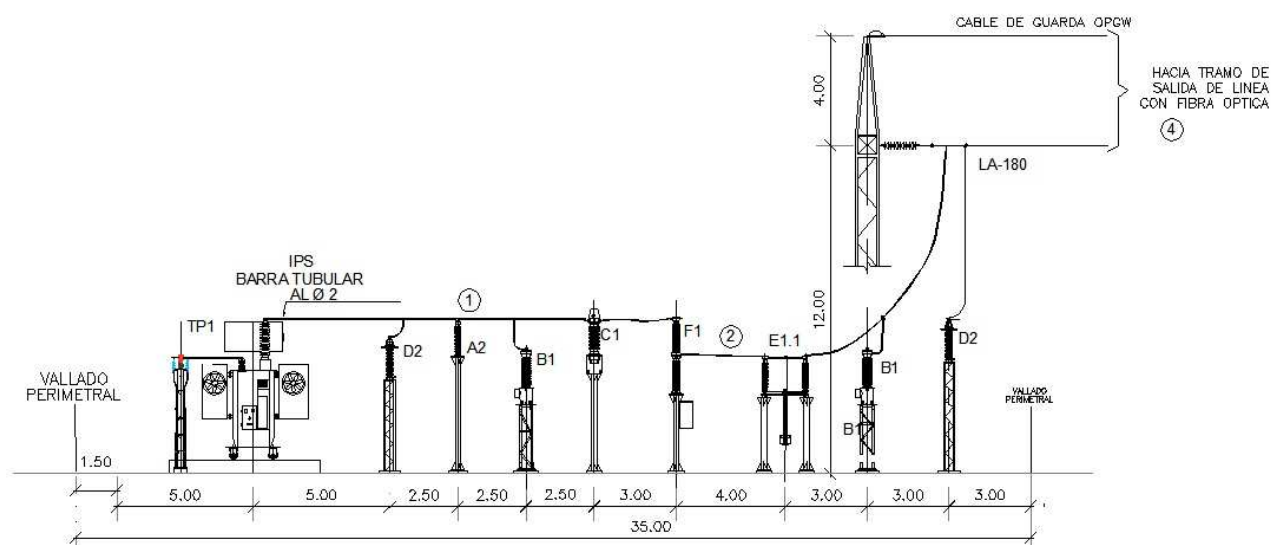


Figura 4 – Vista de Alzado SET Jenariz 30/132 kV



4.2.4 Datos básicos de diseño

La apartamenta a instalar cumple con los siguientes valores mínimos para cada uno de los niveles de tensión aplicables en la instalación:

Tabla 2 – Datos básicos de diseño de la SET

NIVELES DE TENSIÓN	30 kV	132 kV
Tensión nominal (kV)	30	132



NIVELES DE TENSIÓN	30 kV	132 kV
Tensión más elevada para el material (kV)	36	145
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV)	170	650
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV)	50	275
Intensidad de cortocircuito a 1 seg. (kA)	25	31,5

4.2.5 Características de aperamentación

4.2.5.1 Transformador de potencia

La subestación dispondrá de un transformador de 25 MVA para aumentar la tensión de entrada de 30 kV a una tensión de salida de 132 kV. Este transformador será de baño de aceite y estará preparado para un servicio en intemperie. Tendrá las siguientes características:

- Número de fases 3
- Frecuencia 50 Hz
- Potencia nominal ONAN/ONAF: 28 MVA
- Tensión de cortocircuito: 9-12%
- Tipo En baño de aceite mineral
- Tensión primaria 132.000 V
- Tensión secundaria 30.000 V
- Regulación lado AT En carga, $\pm 10 \times 1,5\%$
- Banda de regulación 1,5%
- Número mínimo de tomas 21
- Servicio Continuo
- Instalación Intemperie
- Grupo de conexión YNd11

Adicionalmente, el transformador de potencia estará construido con:

- Tapa de acero laminada en caliente, reforzada con perfiles, resistente al vacío de 0,5 mm de Hg y a una sobrepresión interna de 350 milibares.
- Radiadores galvanizados adosados a la cuba mediante válvulas de independización.
- Arrollamientos de cobre electrolítico de alta conductividad, independientes y aislados entre sí.
- Circuito magnético constituido por tres columnas y culatas en estrella, formadas por láminas de acero al silicio, laminadas en frío, de grano orientado y aisladas por 'CARLITE' por ambas caras. Todas las uniones realizadas a 45° solapadas.
- 9 Circuito magnético puesto a tierra mediante conexiones de cobre, a través de la cuba.

Además deberán incorporar los siguientes accesorios:

- Regulador en carga MR telemandable y telecontrolable, con posición manual y automática y posibilidad de subir y bajar tomas por telecontrol y poder saber en que toma se encuentra de forma remota.
- Depósito de expansión de transformador.
- Depósito de expansión de cambiador de tomas.
- Desecadores de aire.
- Válvula de sobrepresión.
- Relé Buchholz.
- Relé Buchholz de cambiador de tomas.
- Dispositivo de recogida de gases.
- Termómetro.
- Termostato.
- Cambiador de tomas en primario en carga de 21 escalones.
- Placas de toma de tierra bimetálicas.
- Ruedas orientables en las dos direcciones principales.
- Soporte para apoyo de gatos hidráulicos.
- Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte.
- Sonda de medida de temperatura tipo PT-100.
- Caja de conexiones.
- Placa de características de acero inoxidable, grabada en bajo relieve con los datos principales del transformador, así como un esquema de conexiones.

4.2.5.2 Autoválvulas

Se instalará un juego de tres autoválvulas junto al transformador de potencia y tres en la salida de la línea.

Las autoválvulas seleccionadas tendrán las siguientes características:

• Tipo	Óxido de Zinc
• Tensión nominal	132 kV
• Tensión más elevada para el material	145 kV
• Clase de descarga de larga duración	3
• Distancia de fuga mínima	25 mm/kV
• Intensidad nominal de descarga (8/20 μ s)	10 kA
• Frecuencia	50 Hz
• Servicio	Intemperie

Se instalará un contador de descargas individual para cada una de las autoválvulas.

4.2.5.3 Transformador de potencial

Los transformadores de potencial serán de tipo inductivos. Se instalarán uno por fase sobre soportes metálicos de columnas individuales.

El transformador tendrá las siguientes características:

• Servicio	Intemperie
• Aislamiento	Porcelana
• Tensión de servicio	132 kV



• Tensión más elevada para el material	145 kV
• Nivel de aislamiento a frecuencia industrial 1 minuto	275 kV
• Nivel de Aislamiento a impulso	650 kV
• Relación de transformación	$\frac{132000/\sqrt{3}}{110/\sqrt{3}}$
• Secundario 1	
• Potencia nominal	25 VA
• Clase de precisión	Cl 0,2
• Secundario 2	
• Potencia nominal	25 VA
• Clase de precisión	Cl 0,5 3P

4.2.5.4 Interruptor automático

Se instalará en la posición de transformador un interruptor tripolar automático en SF6, para servicio en intemperie, compuesto por tres polos autoportantes independientes montados sobre un chasis común de acero galvanizado al fuego. Este será de tanque vivo.

El interruptor tendrá las siguientes características:

• Tipo	Trifásico
• Instalación	Intemperie
• Servicio	Continuo
• Aislamiento interno y fluido extintor	SF6
• Tensión de servicio	132 kV
• Frecuencia	50 Hz
• Tensión más elevada para el material	145 kV
• Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min)	275 kV
• Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 μ s)	650 kV
• Intensidad Nominal	1.600 A
• Corriente asignada de corta duración	31,5 kA
• Poder de cierre asignado en cortocircuito	80 kA cresta
• Secuencia de maniobras	O - 0.3s - CO - 1 min - CO
• Accionamiento:	
○ Uni / tripolar	Tripolar
○ Tipo	Electromecánico, tensado de resortes
○ Tensión motor	125 Vcc
○ Tensión mando	125 Vcc
○ Tensión calefacción	230 Vca
○ Aislamiento externo	Porcelana marrón
○ Línea de fuga	≥ 25 mm/kV

Equipado con:

- Motor, una bobina de cierre y dos de apertura.
- Relés antibombeo y resistencia anticondensación.
- Manómetros y densímetros para vigilancia de presión (uno por polo con tres niveles de detección ajustables).

- Contactos auxiliares de posición de interruptor.
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando.
- Caja de centralización de señales.

4.2.5.5 Seccionador

Se instalarán un seccionador en la posición de transformador que servirá de seccionador trifásico de línea, tripolar, equipado con cuchillas de puesta a tierra.

La maniobra del seccionador será eléctrica para poder accionarlo de forma remota o mediante pulsadores en el interior de la sala de control. También será posible su accionamiento manual.

El seccionador tendrá las siguientes características:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| • Construcción | Exterior, sobre estructura metálica. |
| • Tensión de servicio | 132 kV |
| • Tensión más elevada para el material | 145 kV |
| • Intensidad nominal | 1600 A |
| • Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) | 31,5 kA |
| • Intensidad máxima de cresta | 80 kA |
| • Puesta a tierra | Sí |
| • Tensión de ensayo a Tierra y Polos: | |
| ○ A frecuencia industrial bajo lluvia (50 Hz, 1min) | 275 kV |
| ○ A impulso (1,2/50 μ s) | 650 kV |
| • Accionamiento cuchillas | |
| ○ Principales | Tripolar, mando motorizado 125 Vcc |
| ○ Tierra | Mando manual |
| ○ Tensión de alimentación calefacción | 230 Vca |

4.2.5.6 Transformadores de intensidad

Los transformadores de intensidad serán de tipo exterior con aislador de cerámica. Se instalará un transformador de intensidad por fase en la posición de transformador.

El transformador tendrá las siguientes características:

- | | |
|---|---------------------|
| • Servicio | Intemperie |
| • Aislamiento | Cerámica-resina |
| • Tensión de servicio | 132 kV |
| • Tensión más elevada para el material | 145 kV |
| • Nivel de aislamiento a frecuencia industrial 1 minuto | 275 kV |
| • Nivel de Aislamiento a impulso | 650 kV |
| • Relación de transformación | 200-400 / 5-5-5-5 A |
| • Secundario 1 | |
| • Potencia nominal | 10 VA |

• Clase de precisión	CI 0,2S FS<5
• Secundario 2	x
• Potencia nominal	20 VA
• Clase de precisión	CI 0,5 FS<5
• Secundario 3	
• Potencia nominal	30 VA
• Clase de precisión	CI 5P30
• Secundario 4	
• Potencia nominal	30 VA
• Clase de precisión	CI 5P30

4.2.5.7 Conexiones entre aparatos

Las conexiones entre aparatos se realizarán con el conductor de las siguientes características:

• Designación UNE:	LA-280
• Sección total:	281 mm ²
• Diámetro total:	21,80 mm
• Composición (Nº de alambres Al/Ac):	26+7
• Peso del conductor:	0,976 Kg/m
• Carga de rotura:	8830 kg
• Modulo elástico:	7500 N/mm ²
• Coeficiente de dilatación lineal:	19,3 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
• Resistencia eléctrica a 20º C:	0,1470 ohm/Km
• Intensidad admisible:	650 A

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

4.3 Sistema de 30 kV

4.3.1 Disposición general

El sistema de 30kV está compuesto por un transformador elevador de 30/132 kV y la estructura de llegada de cables en 30kV desde la sala de control al patio de la subestación.

La estructura de llegada de cables dispondrá de los terminales de cables, pararrayos en 30 kV y barras tubulares de conexión a los bornes de 30 kV del transformador.

4.3.2 Pararrayos autoválvulas

Junto al devanado secundario del transformador de potencia, se instalará un juego de tres pararrayos autoválvulas de óxidos metálicos para atenuar las sobretensiones de origen atmosférico.

Las autoválvulas tendrán las siguientes características:

• Tipo	Óxido de Zinc
• Tensión de servicio	30 kV
• Tensión más elevada para el material	36 kV
• Clase de descarga de larga duración	1
• Distancia de fuga mínima	35 mm/kV

- | | |
|---|------------|
| • Intensidad nominal de descarga (8/20 μ s) | 10 kA |
| • Frecuencia | 50 Hz |
| • Servicio | Intemperie |

4.3.3 Embarrado de salida transformador 30 kV

Para adaptar la salida del transformador de potencia, en 30 kV, a cable aislado de entrada a las celdas, se dispone de un embarrado rígido, apoyado sobre las bornas del transformador y sobre los aisladores soporte. Se trata de tubo de cobre hueco de 60/5 mm, montado en intemperie. Las características principales son:

- | | |
|-------------------------------|------------|
| • Tipo de embarrado | tubo hueco |
| • Material | Cu |
| • Diámetro exterior / espesor | 60/5 mm |
| • Intensidad máxima admisible | 1.780 A |

Este embarrado se conectará con los diferentes elementos y bornas del transformador de potencia mediante racores de conexión adecuados a los elementos a conectar, al nivel de tensión de 30 kV y a las intensidades circulantes.

4.3.4 Cables aislados de conexión trafo-celda

La interconexión entre el transformador de potencia y su celda de media tensión, se realiza mediante ternas de cables aislados de las siguientes características:

- | | |
|----------------------|-------------------------------|
| • Tipo de conductor | RHZ1 12/20 kV |
| • Material | Al |
| • Aislamiento | Polietileno reticulado (XLPE) |
| • Sección: | |
| ◦ Transformador 1 | 2x(3x1x400) mm ² |
| • Intensidad máxima: | |
| ◦ Transformador 1 | 3x610 A=1.830 A |

4.4 Sistema de Media Tensión 30 kV Interior

Las celdas de media tensión incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 30 kV, en el interior de recintos blindados en atmósfera de gas SF₆.

El conjunto de celdas de 30 kV se instalará en la sala de celdas de media tensión del edificio de control de la subestación. Se compone de:

- Dos (2) celdas de posición de línea.
- Una (1) celda de posición de transformador.
- Una (1) celda de posición de medida.
- Una (1) celda de posición de protección de trafo de servicios auxiliares.

4.4.1 Características técnicas

Las características principales de estos equipos son:

- | | |
|-----------------------|-------|
| • Tensión de servicio | 30 kV |
|-----------------------|-------|



• Tensión nominal de aislamiento	36 kV
• Nivel de aislamiento:	x
• A frecuencia industrial (50 Hz)	50 kV (eficaz)
• A onda de choque tipo rayo	170 kV (cresta)
• Intensidad nominal de cortocircuito	25 kA
• Tensión de los circuitos de control	125 Vcc
• Grado de protecc. circuitos principales de corriente	IP 65
• Grado de protección frontal de operación	IP 30

4.4.2 Posición de transformador 132/30 kV, lado 30 kV

La conexión del lado 30 kV del transformador de potencia al embarrado de 30 kV, se realiza mediante celda constituida por los siguientes elementos:

- 1 interruptor de potencia de corte en SF6.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- transformadores de intensidad de triple secundario.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la celda.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

• Intensidad nominal de embarrado	2.000 A
• Intensidad nominal de derivación	2.000 A
• Intensidad de cortocircuito de corta duración	25 kA
• Intensidad de cortocircuito, valor cresta	63 kA

Las características de los transformadores de intensidad para medida y protección son:

• Número	3
• Relación de transformación	1.000-1.500 / 5-5-5 A
• Secundario 1	
◦ Potencia nominal	10 VA
◦ Clase de precisión	CI 0,2s FS<5
• Secundario 2	
◦ Potencia nominal	10 VA
◦ Clase de precisión	CI 5P20
• Secundario 3	
◦ Potencia nominal	30 VA
◦ Clase de precisión	CI 5P20

4.4.3 Posición de línea de 30 kV

Cada una de las líneas de 30 kV procedentes de los circuitos de los parques eólicos se conectará al embarrado de 30 kV mediante celda, constituida por los siguientes elementos:

- 1 interruptor automático de corte en SF6.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- Transformadores de intensidad de doble secundario.

- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento de celda.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:

- Intensidad nominal de embarrado 2.000 A
- Intensidad nominal de derivación 630 A
- Intensidad de cortocircuito de corta duración 25 kA
- Intensidad de cortocircuito, valor cresta 63 kA
- Las características de los transformadores de intensidad para medida y protección son:
 - Número 3
 - Relación de transformación 300-600 / 5-5 A
- Secundario 1
 - Potencia nominal 15 VA
 - Clase de precisión CI 0,5
- Secundario 2
 - Potencia nominal 15 VA
 - Clase de precisión CI 5P20

4.4.4 Posición de medida de tensión de barras generales 30 kV

Para la medida de tensión del embarrado de 30 kV se instalará una celda de medida de tensión de barras, integrada por los siguientes elementos:

- transformadores de tensión aislados en resina, conectados directamente a las barras de 30 kV.

Las características de los transformadores de tensión con encapsulado unipolar en resina son:

- Frecuencia 50 Hz
- Tensión nominal 30 kV
- Potencia 15 VA
- Clase de precisión CI 0.2
- Devanado 2
 - Potencia 15 VA
 - Clase de precisión CI 0.5-3P
- Devanado 3
 - Potencia 10 VA
 - Clase de precisión CI 6P

4.4.5 Posición transformador de servicios auxiliares

Se instalará una celda de protección para el transformador de servicios auxiliares, la cual estará integrada por los siguientes elementos:

- 1 interruptor-seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesta a tierra.
- 3 fusibles de Alto Poder de Ruptura.

- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimiento estanco de la celda.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor-seccionador son:

- | | |
|---|---------|
| • Intensidad nominal de embarrado | 2.000 A |
| • Intensidad nominal de derivación | 200 A |
| • Intensidad de cortocircuito de corta duración | 25 kA |
| • Intensidad de cortocircuito, valor cresta | 63 kA |

4.4.6 Cables aislados de interconexión celda con transformador de servicios auxiliares.

La interconexión entre la celda y el transformador de SS. AA. se efectuará bajo tubo y se realizará mediante ternas de cables aislado de las siguientes características:

- | | |
|---------------------|-------------------------------|
| • Tipo de conductor | RHZ1 12/20 kV |
| • Material | Al |
| • Aislamiento | Polietileno reticulado (XLPE) |
| • Sección | 3x1x95 mm ² |

4.4.7 Transformador de servicios auxiliares

Para dar suministro de electricidad en baja tensión a los diferentes consumos de la subestación se requiere la instalación de un transformador de servicios auxiliares. Se instalará un transformador de servicios auxiliares en la sala de celdas de media tensión del edificio de control.

El transformador de SS. AA. tendrá las siguientes características:

- | | |
|---|------------------------------------|
| • Número de fases | 3 |
| • Frecuencia | 50 Hz |
| • Servicio | Continuo, interior |
| • Líquido aislante | Aceite |
| • Tipo | Seco, refrigeración natural (ONAN) |
| • Potencia nominal | 150 kVA |
| • Tensión más elevada para el material | 36 kV |
| • Tensión asignada primaria | 30.000 V |
| • Regulación lado AT | En vacío, $\pm 2,5$, ± 5 % |
| • Tensión secundaria en vacío | 420 V |
| • Clase | B2 |
| • Grupo de conexión | Dyn11 |
| • Impedancia de cortocircuito a 75° C | 4,5 % |
| • Niveles de aislamiento arrolamiento de AT | |
| • Tensión soportada de corta duración a f. industrial | 50 kV |
| • Tensión soportada a impulsos tipo rayo | 170 kV |
| • Niveles de aislamiento arrolamiento de BT | |
| • Tensión soportada de corta duración a f. industrial | 10 kV |
| • Tensión soportada a impulsos tipo rayo | 20 kV |
| • Nivel de potencia acústica | 56 dB |



- Construido según Norma

UNE-EN 60076

4.5 Instalaciones de baja tensión

En los siguientes apartados se describen las características principales de la instalación de baja tensión de la subestación, su sistema de alimentación, así como los elementos que la componen.

4.5.1 Servicios auxiliares

En la presente instalación, para la adecuada explotación del centro, se instalarán sistemas de alimentación de corriente alterna y sistemas de alimentación de corriente continua, para alimentar los distintos componentes de control, protección y medida.

Por tanto, los servicios auxiliares de la subestación estarán atendidos por dos sistemas de alimentación (C.A. y C.C.).

4.5.2 Servicios auxiliares de C.A.

Los servicios auxiliares de C.A. se alimentarán a 400 V desde el cuadro general de C.A.

Las tensiones de C.A. se emplearán para los servicios que se indican a continuación. Se indica también la potencia instalada que se estima para cada uno de los servicios:

• Equipos rectificadores de c. continua 125 V	4,60 kW
• Equipos rectificadores de c. continua 48 V	4,60 kW
• Sistema de ventilación de trafo de potencia	5 kW
• Calefacción apartamentada parque intemperie	0,20 kW
• Cuadro de comunicaciones	7 kW
• Sistema anti-incendios	3 kW
• Sistema anti-intrusismo	0,05 kW
• Alimentación UCS	1,40 kW
• Alumbrado general	13,3 kW x 0,8 (Coef. Consumo)=10,64 kW
• Alumbrado interior edificio de control	4 kW
• Parque exterior	2,40 kW
• Parque exterior perim. y edificio	5 kW
• Armarios de control y protección	1,20 kW
• Alumbrado de emergencia	0,70 kW
• Pequeña fuerza	36,9 kW x 0,5 (Coef. Consumo)=18,45 kW
• Edificio de control	5 kW
• Parque exterior	20 kW
• Sistema de aire acondicionado	10 kW
• Grupo de presión	1 kW
• Sistema ahuyenta-roedores	0,90 kW
• Total consumo SS. AA. de C.A.	55 kW

4.5.3 Servicios auxiliares en C.C.

Los servicios auxiliares de C.C. (125 V) se alimentarán desde dos equipos compactos rectificador-batería de 125 V c.c., instalados en el edificio de control y alimentados con corriente alterna.



Para la alimentación de los equipos de teleprotección y comunicaciones se instalarán dos equipos rectificador-batería de 48 V c.c., instalados en el edificio de control y alimentados con corriente alterna.

Las tensiones de C.C. (125 V) alimentarán los siguientes servicios:

- Mando y protección apartamento parque intemperie.
- Mando y protección equipos de media tensión.
- Circuitos de señalización de apartamento de parque intemperie.
- Circuitos de señalización de apartamento en celdas y equipos de media tensión.
- Motores de corriente continua apartamento parque intemperie.
- Motores de corriente continua equipos de media tensión.

4.5.4 Sistema de alimentación

Con objeto de suministrar las alimentaciones en C.A. y en C.C. necesarias para el funcionamiento de los diferentes equipos, se instalará un transformador de servicios auxiliares en la subestación, situado en la sala de celdas de media tensión del edificio.

Los SS. AA. C.A. (400 V) se alimentarán desde el cuadro general de corriente alterna, al cual estará conectado el secundario del transformador de servicios auxiliares.

Para la alimentación de los servicios auxiliares en caso de falta de alimentación eléctrica se instalará un grupo electrógeno de 100 kVA en el edificio de control.

Por tanto, el cuadro general de corriente alterna tendrá un esquema de simple barra, alimentado mediante una conmutación automática desde dos fuentes: un transformador de SS. AA. y un grupo electrógeno, el cuál se conectará únicamente en caso de una falta o avería en el trafo de SS. AA.

El grupo electrógeno seguirá el diseño del tipo Himoina con depósitos interiores, estará comunicado por protocolo abierto de forma que se pueda integrar en el control de la subestación, desde donde se podrá arrancar y parar el grupo, así como controlar la totalidad de los parámetros del grupo electrógeno.

Los depósitos tendrán una autonomía de 72 horas a plena potencia del generador.

4.5.5 Cuadros de servicios auxiliares

Desde el cuadro de servicios auxiliares de corriente alterna se centralizará la protección y el mando de todos los subcircuitos que compondrán la instalación. En él se situará una protección general, constituida por un interruptor automático tetrapolar, con protección diferencial

Desde el interruptor automático partirán los distintos subcircuitos, los cuales darán alimentación a los servicios de corriente alterna anteriormente citados. Estos subcircuitos estarán protegidos mediante la correspondiente protección magnetotérmica y diferencial.

Los servicios que funcionan en corriente continua (125 V) se alimentarán desde un cuadro de distribución de 125 V c.c., el cual estará alimentado desde dos equipos compactos rectificador-batería.

Este cuadro de distribución tendrá un esquema de simple barra partida, con un interruptor manual para permitir en caso de emergencia, la unión de las dos semibarras. Cada semibarra será alimentada por un equipo rectificador- batería.

De la primera semibarra se alimentarán los circuitos de control general de la subestación, así como el mando y protección asociados a primeras bobinas de disparo.

De la segunda semibarra se alimentarán los circuitos de protección asociados a segundas bobinas de disparo, así como los circuitos de fuerza y motores de interruptores y seccionadores.

4.5.6 Canalizaciones eléctricas empleadas

La recogida y distribución de señales a los distintos cuadros y/o apartamento se realizará empleando cables. Éstos discurrirán por el interior de canales practicados en la solera del edificio, o por canales prefabricados de hormigón cuando discurran por el parque intemperie.

Cuando sea necesario comunicar un determinado elemento con el canal, se instalará un tubo de material plástico (rígido o corrugado, según conveniencia) que le proporcione protección mecánica a los conductores que discurran por su interior. El número de tubos y diámetro de los mismos que se dispondrán dependerá de la cantidad y tipo de conductores.

La sección de los conductores de señales será de 2,5 mm² de cobre, siendo los cables de tipo apantallado, con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.

Por otra parte, las canalizaciones que se emplearán en el interior del edificio para dar suministro a los distintos receptores serán de distinto tipo:

- Bandeja metálica o de material plástico, con conductores con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo rígido o canal protectora de montaje superficial, con conductores de nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo corrugado empotrado en la construcción, con conductores de nivel de aislamiento 0,6/1 kV.

Todos los conductores serán de tipo no propagadores de la llama según la norma UNE-EN-50265-2-1.

4.5.7 Instalación de alumbrado interior

El alumbrado interior de las salas que componen el edificio de control estará constituido por luminarias estancas formadas por tubos fluorescentes de 2x58 W en el techo.

4.5.8 Alumbrado exterior

Estará constituido por un alumbrado de trabajo y otro dispuesto en la fachada del edificio y constará de las siguientes luminarias:

- Alumbrado de trabajo, estará formado por conjuntos de luminarias de 250 W de lámparas de vapor de sodio de alta presión, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado fachadas edificios, estará formado por proyectores de 150 W VSAP.

4.5.9 Alumbrado de emergencia

Se instalarán las luminarias de emergencia necesarias en las distintas salas del edificio de control, de tal forma que se pueda evacuar el edificio de forma ordenada en caso de emergencia. Éstas se colocarán encima de las puertas de cada habitáculo y en sitios estratégicos, de tal forma que el recorrido de evacuación quede suficientemente iluminado.

Deberá poseer una autonomía mínima de 1 h, y su encendido será automático cuando la tensión descienda del 70 % del valor nominal.

4.5.10 Tomas de corriente

Se preverán tomas de corriente en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior.

4.5.11 Sistemas de alarma

Se instalará un sistema de alarma de intrusismo, con detector de incendios, que deberá de integrarse también en el control de la subestación, o directamente en el centro de control, y desde donde se pueda controlar.

4.5.12 Sistema de mando, medida, protección y control

Para la subestación proyectada, se plantea la instalación de un sistema integrado de mando, medida, protección y control de la instalación, constituido a base de UCP (Unidades de Control de Posición) cuyas funciones de protección se completan con relés independientes, comunicados todos ellos con una UCS (Unidad de Control de Subestación).

La configuración del sistema de control deberá quedar preparada para su integración en el centro de control, de forma que se controlen todos los parámetros de la S.E.T. Para configurar este sistema de control habrá que tener en cuenta el intercambio de señales procedentes de la aparamenta de ambas instalaciones, la SET y el Centro de Seccionamiento.

La UCS estará instalada en su armario de control correspondiente, en el que se ubicarán, además de la unidad de control, una pantalla y un teclado, un reloj de sincronización y una bandeja para la instalación de los módem de comunicación con el Telemando.

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar en modo local sobre la posición asociada, y desde la UCS se podrá controlar cualquiera de las posiciones, así como disponer de información relativa a medidas, alarmas y estado del sistema en general. La captación de señales de tensión e intensidad se realiza a través de las UCP, al igual que la señalización de aparamenta y alarmas asociadas.



Las UCP y el resto de protecciones asociadas al nivel de 132 kV, se instalarán en los cuadros de control correspondientes. Las protecciones asociadas al nivel de 30 kV se instalarán en los cubículos de control de la celda de media tensión correspondiente a la posición a controlar.

4.5.13 Funciones de Protección y Control

a) TRANSFORMADOR

Los equipos de protección a instalar en la posición de transformador serán:

- Protección diferencial de transformador (87).
- Relé de disparos con bloqueo (86).
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50/51-50N/51N) para el lado de alta tensión del trafo.
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50/51-50N/51N) para el lado de media tensión del trafo.
- Regulador electrónico de tensión (90) preparado para funcionamiento en paralelo de transformadores.
- Protecciones propias de máquina.
- Buchholz.
- Buchholz cambiador de tomas.
- Liberador de presión.
- Temperatura.

b) CIRCUITOS 30 kV

Los circuitos de 30 kV estarán equipadas con las siguientes protecciones:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50/51-50N/51N) y Unidad de Control de Posición (UCP).
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

Estas protecciones estarán instaladas en los cubículos de control de las celdas de media tensión.

4.5.14 Funciones de Telecontrol

A través de la UCS y de los equipos de comunicaciones, se dispondrá desde el centro de control remoto de las siguientes funciones de telecontrol sobre la instalación:

- **Órdenes.**

- Apertura / Cierre interruptor ó seccionador.
- Subir / Bajar toma del regulador de tensión.

- **Señalización**

Posición Abierto / Cerrado de aparatos de maniobra (interruptores y seccionadores).



- Posición del cambiador de tomas.
- **Alarmas**
 - Disparos por protecciones.
 - Disparos de magnetotérmicos.
 - Anomalías aparamenta.
 - Etc.
- **Medidas**
 - Posición de transformador (para cada devanado):
 - Intensidad.
 - Potencia Activa.
 - Potencia Reactiva.
 - Posición de barras 30 kV:
 - Tensión de barras.
 - Posiciones de línea 30 kV:
 - Intensidad.

4.5.15 Funciones de Mando, Medida y Señalización

Para llevar a cabo el control de las instalaciones, se dispone de un sistema de control integrado. Dicho sistema estará formado por unidades de control y adquisición de señales para cada una de las posiciones de la subestación, denominadas Unidades de Control de Posición (UCP). Desde cada UCP se dispone de mando local para la actuación directa sobre los elementos de la posición correspondiente.

Las diversas UCP's estarán comunicadas con la UCS a través de enlaces de fibra óptica.

Desde la UCS se dispone de mando local sobre todas las posiciones de la subestación.

A nivel local de la instalación, se consideran dos niveles de mando y visualización de señalizaciones y alarmas:

- Local desde UCP (mando, medida, señalización y alarmas de la posición).
- Local desde UCS (mando, medida, señalización y alarmas de la instalación completa).

En general, el sistema de control y a nivel de UCP, tendrá como mínimo las siguientes funciones generales de captación y visualización de datos:

- Captación de señales dobles (abierto/cerrado) correspondientes a los estados de la aparamenta, automatismos y señalización en pantalla local.

- Emisión de órdenes dobles (abrir/cerrar) de los interruptores y seccionadores motorizados, con los enclavamientos correspondientes.
- Captación de señales simples correspondientes a las señales/alarmas asociadas, y visualización en pantalla local.
- Captación de señales analógicas de tensión e intensidad, y cálculo en base a éstas de potencias, factor de potencia, energías... con visualización local de magnitudes.
- Registro oscilográfico.

La UCS tendrá como mínimo las siguientes funciones generales de captación y visualización de datos:

- Mando y señalización de todas las posiciones de la subestación.
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Generación de informes.

Adicionalmente, la UCS se encarga de:

- Gestión de las comunicaciones con el sistema de telecontrol.
- Gestión de los periféricos: Terminal local, impresora y módem.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP.
- Sincronización horaria.

4.6 Sistema de medida de energía para facturación

En el lado de 132 kV del transformador y en las barras de 30 kV se instalará un equipo de medida de energía para facturación según el vigente Reglamento de Puntos de Medida (RPM) formado por:

- Sistema de medida principal:
 - Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión menores o iguales a 0,2S y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
 - Registrador.
 - Módem.
- Sistema de medida redundante:
 - Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión menores o iguales a 0,2S y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
 - Registrador.
 - Módem.

De esta manera se realizará una facturación individual de los parques eólicos, así como la facturación de la potencia total que evacuan a la red.

Las distintas variables de la medida fiscal deben de integrarse en el control de la subestación, de forma que también queden integradas en el centro de control, a la vez que se las dotará de módem para su interrogación por las empresas eléctricas u operador de mercado que sea preceptivo.

4.7 Comunicaciones

La instalación se explotará en régimen abandonado, por lo que la subestación dispondrá de un sistema de Telecontrol, el cual se encargará de recoger las señales, alarmas y medidas de la instalación para su transmisión a los centros de control remotos de operación de la compañía explotadora.

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado anteriormente mencionado. La transmisión se realizará a través de fibra óptica, la cual entrará a un concentrador, desde donde se dejará equipado un sistema conversor de fibra óptica a telefonía sobre IP y red Ethernet.

Los equipos de comunicaciones a instalar se alimentarán desde los equipos rectificador-batería de 48 V c.c. ubicados en los armarios de la sala de control del edificio.

4.8 Actuaciones Obra Civil

4.8.1 Acceso a la subestación

El acceso a la instalación se realizará por un vial que poseerá una anchura mínima de 4,50 m y la capacidad portante que resulte de la colocación de una capa de 20 cm de zahorra artificial (compactada al 95% de la densidad obtenida mediante el ensayo de Proctor modificado) sobre una explanación de calidad E-2. A ambos lados del vial discurrirán sendas cunetas para evacuación del agua de lluvia.

4.8.2 Acondicionamiento de la parcela

El acondicionamiento de la parcela dónde se instalará la SET, alcanzará los siguientes aspectos:

- Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 30 cm en toda la superficie donde se va a instalar la Subestación.
- Se procederá a la explanación, desmonte, relleno, nivelación del terreno y compactación, aproximadamente a la cota definitiva de la instalación.

4.8.3 Cimentaciones de aparamenta.

Se realizarán mediante la técnica de hormigonado en masa. Aplicado sobre una capa de aproximadamente 10 cm. de hormigón de limpieza.

El hormigonado se realizará en dos fases, en la primera se embeberán los pernos de anclaje de las diferentes estructuras y en una segunda se ejecutará el recrecido y el remate en forma de punta de diamante para facilitar la evacuación y evitar acumulaciones de agua en la parte superior de la cimentación.

El acceso de los cables de control a la aparamenta se realizará a través del hormigón mediante tubos de PVC GP7 DN63, mientras que las tomas de tierra de todos los bastidores y aparamenta tendrá un acceso a través de la cimentación con tubos de PVC GP7 DN32.

El control en la ejecución de las cimentaciones será de tipo normal. Los materiales utilizados en la cimentación serán:

- Hormigón: HM-20.
- Acero: B 500 S (para el caso de cercos de atado).

4.8.4 Bancada del transformador

El transformador de potencia se instalará sobre una bancada de hormigón armado. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina y recoger el aceite de posibles fugas.

La bancada del transformador estará recubierta por una capa de cantos rodados con la función de apaga fuegos.

La estructura de la bancada será de hormigón armado HA-25, con armadura de acero AEH-400. Se construirá sobre una base de hormigón de limpieza HM-10.

El control en la ejecución será de tipo normal.

4.8.5 Sistema de recogida de aceite de transformadores

Con el fin de evitar que las posibles pérdidas o derrame del aceite utilizado en la refrigeración del transformador caigan sobre el terreno, se construirá un cubeto de recogida de aceite para el transformador de potencia.

La construcción de este cubeto se realizará sobre la cimentación donde descansa el transformador, es decir, sobre la bancada, siendo las dimensiones del mismo adecuadas para que cualquier vertido del trafo quede recogido en el cubeto.

En dicho cubeto deberán preverse unas pendientes en su parte inferior para facilitar el desagüe del aceite. La evacuación de los posibles vertidos se realizará a través de una canalización construida junto al cubeto. Esta canalización irá a parar al depósito de recogida de aceite de la subestación.

El depósito de recogida de aceite será estanco y tendrá la capacidad suficiente para contener el volumen total de aceite del transformador.

4.8.6 Red de tierras

Se instalará una red de tierras general para toda la instalación, que abarcará la superficie de la subestación y del Centro de Seccionamiento.

La red de tierras general de la instalación estará compuesta por una red de tierras subterránea y una red de tierras aérea.



- **RED DE TIERRAS SUBTERRÁNEA**

Estará compuesta por un electrodo en forma de malla rectangular de las siguientes características:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| • Conductor | cable desnudo de Cobre |
| • Sección | 95 mm ² |
| • Dimensiones de la malla | 36 x 35 m |
| • Celdas lado largo x ancho | 4 x 4 |
| • Profundidad electrodo | 0,80 m |

Los conductores del electrodo se enterrarán entre tierra vegetal para facilitar la disipación de corriente.

Los cruces de los conductores de tierra y las derivaciones del electrodo hacia las tomas de tierra, se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas.

Para evitar la aparición de tensiones de contacto peligrosas desde el exterior, el electrodo principal sobresaldrá 1 m alrededor del vallado perimetral de la instalación.

Para dar cumplimiento al apartado 6.1 de la MIE-RAT 13, se conectarán a tierra todas las partes metálicas que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones. Por este motivo, se instalarán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, para el neutro del transformador, para las tomas de tierra de unión con la malla del edificio de control, así como la conexión eléctrica de la valla perimetral al electrodo de puesta a tierra.

- **RED DE TIERRAS AÉREA**

Estará compuesta por pararrayos de tipo activo. Los pararrayos protegerán todos los elementos dentro del recinto de la instalación. La conexión al electrodo de tierra se realizará mediante cable de cobre desnudo de 95 mm².

4.8.7 Canalizaciones de Parque

Los conductores que enlazan los elementos del parque intemperie con los elementos situados en el interior del edificio, discurren por canalizaciones que pueden ser de los siguientes tipos:

- **CANALIZACIONES DE POTENCIA**

Estarán constituidas por un canal prefabricado de hormigón armado HA-25 con tapas de hormigón. Son accesibles desde la superficie.

Recogen los conductores de MT de salida del transformador y los conducen hacia el interior del edificio donde se alojan las celdas de MT.

Para el cruce con los viales o pasos de vehículos se preverán pasos reforzados a base de tubos de PVC de 200 mm de diámetro embebidos en hormigón.



- **CANALIZACIONES DE CONTROL**

Para la recogida de los cables de alimentación y señales de los diferentes equipos y aparamenta de parque y conducción de los mismos al edificio de control, se instalarán canalizaciones subterráneas.

Las canalizaciones para conducción de cables de control serán de dos tipos.

- Prefabricadas, o canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado con tapas de hormigón accesibles desde la superficie.
- Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubos de PVC GP7 DN63 para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales.

Las conducciones que transcurran por puntos por los que se prevea que puedan pasar vehículos pesados, se protegerán en superficie por una losa de hormigón armado con un mallazo.

4.8.8 Terminación superficial

El parque intemperie irá cubierto por una capa de grava de 10 cm de espesor en toda la superficie del parque.

4.8.9 Cerramiento perimetral

Realización del vallado perimetral de 2,5 metros de altura, con malla metálica de simple torsión rematada en la parte superior con alambre.

El montaje de la valla se realizará sobre un murete de hormigón de al menos 30 cm. Los postes metálicos de fijación de la valla se colocarán cada 3 m.

4.8.10 Puertas de acceso

Para permitir el paso de personal y vehículos autorizados al interior del recinto de la instalación, se instalará una puerta, integrada sobre el vallado perimetral de la SET.

La puerta principal tendrá las dimensiones adecuadas para permitir el acceso de los vehículos previstos, y estará formada por una hoja deslizante a base de perfiles metálicos y pletinas.

Se instalará también una puerta de menores dimensiones, adecuada para el acceso de personas.

4.8.11 Viales

Con el fin de permitir el acceso con vehículos a las zonas del edificio de control, así como al transformador de potencia, facilitando así su montaje y mantenimiento, se construirán los viales necesarios en el interior del recinto de la subestación.

El pavimento de los viales será de hormigón, utilizándose previamente una base de grava-cemento debidamente compactada.



4.8.12 Fosa séptica

Se instalará una fosa séptica con prefiltro de 2.000 litros para el tratamiento de las aguas residuales generadas en la subestación.

4.8.13 Depósito de agua

Se instalará un depósito para el suministro de agua en las instalaciones. Este depósito tendrá una capacidad de 3.000 litros y se instalará en el exterior.

4.8.14 Grupo de presión

Se instalará un grupo de presión para el agua en superficie protegido por una caseta de obra de 4 m x 3 m.

4.8.15 Caseta de residuos

Se construirá una caseta de obra de 5 m x 10 m, con las mismas terminaciones que el edificio de control para la gestión de los residuos generados en la subestación.

4.8.16 Drenaje de aguas pluviales

Para la evacuación de aguas pluviales, se dotará a la instalación de un sistema de drenaje interior y uno exterior.

- **DRENAJE DE AGUAS INTERIORES**

El sistema de drenaje interior, consiste en la instalación de tubo de 125 mm de diámetro bajo las canalizaciones de parque, instalado con una pendiente del 1%, con conexión a pozo de evacuación y vertido de aguas en el exterior.

- **DRENAJE DE AGUAS EXTERIORES**

Se instalará una red de recogida y canalización de aguas entre los taludes correspondientes al desmonte y a la explanación de la subestación, que capte el agua proveniente de la bajada natural y la canalice, desviando el curso de agua por el perímetro de la explanación y vertiendo las aguas recogidas debajo de la misma en cunetas próximas.

Dicha red consistirá en una canalización prefabricada en forma de "V", instalada entre los dos taludes.

4.9 Edificio

El edificio de explotación y control de la subestación consistirá en una sola planta, con accesos propios, con la siguiente equipación en cuanto a salas:

- Sala de control.
- Sala de celdas de Media Tensión.
- Sala de servicios auxiliares.
- Despacho.
- Almacén.



- Almacén de combustibles.
- Vestuario y aseos.

Se optará por edificios prefabricados o bien por edificios ejecutados in situ. Para este segundo caso a continuación se describen las características del mismo.

4.9.1 Características Constructivas

- **Cimentación del edificio**

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapatas aisladas y solera de hormigón armado.

- **Estructura**

Este edificio tendrá una estructura de hormigón armado cimentado sobre zapatas aisladas. El sistema utilizado en los forjados es unidireccional de bovedilla de hormigón.

El cálculo de la estructura portante se realizará de acuerdo con el código técnico de la edificación R.D. 314/2006.

- **Cubierta**

Las cubiertas serán de teja árabe colocadas sobre rastreles de madera.

- **Cerramiento**

El cerramiento vertical será de ladrillo de 12 cm, permitiendo una capa de aislante proyectada de 3 cm de espesor, una cámara intermedia de 5 cm ventilada y cerrando la sección con ladrillo tabicón de 5 cm de espesor guarnecido y enlucido de yeso interiormente.

A tal efecto se abrirán en las zonas superiores e inferiores de los muros algunas juntas verticales entre ladrillo y ladrillo que a su vez servirán para drenar la pared de supuestas filtraciones a través del muro. Las paredes divisorias interiores serán de tabicón de 10 cm de espesor.

- **Revestimientos**

Los revestimientos serán enyesados para el interior del edificio.

- **Pavimentos**

Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm de grueso con mallazo equipotencial de 30 × 30 cm formado por redondos de diámetro 6 mm. El acabado del pavimento será de terrazo de 30×30 cm. En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará una solera de hormigón visto.

Sobre la solera del edificio se ejecutarán zanjas de 1 m y 0,5 m de profundidad, para el tendido y distribución de los cables de potencia y de control.

Las zanjas se cubrirán con chapas lagrimadas de 3 mm de espesor, apoyadas sobre perfiles metálicos.

- **Evacuación**

Las aguas pluviales se recogerán en las cubiertas mediante canalones para proteger al edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de hormigón centrifugado y debidamente anillado, con las correspondientes arquetas de empalme. Las bajantes serán de PVC.

- **Canalizaciones de cables**

En el interior del edificio se instalarán zanjas de conducción de cables subterráneas, con tapa de chapa metálica, para conexión entre aparatos de campo y cuadros de mando, medida, protección, control y comunicaciones instalados en el interior del edificio.

Se prevé la instalación de tubos de PVC de 160 mm de diámetro para el paso de cables entre distintas zanjas y para la conexión con los distintos aparatos.

- **Instalaciones interiores**

El edificio se completará con las siguientes instalaciones:

- Instalación de alumbrado interior normal y emergencia.
- Instalación de tomas de corriente.
- Instalación de ventilación / climatización.
- Panoplia de seguridad reglamentaria.
- Sistema de extinción de incendios formado por extintores.

4.10 Montaje Electromecánico

4.10.1 Estructura Metálica

Los soportes de los diferentes aparatos del parque intemperie se realizarán en base a perfiles metálicos normalizados de acero soldados y/o atornillados, sobre los que se aplicará un tratamiento anticorrosión por galvanizado por inmersión en caliente.

Los soportes estarán amarrados por su base a los correspondientes pernos de anclaje embebidos en las cimentaciones respectivas, y la fijación de los aparatos a los mismos y entre sus piezas se realizará mediante tornillería.

Los taladros adecuados para la fijación del soporte a los pernos de anclaje, del aparato al soporte, de las cajas de centralización o mando y de las grapas de conexión a tierra a realizar en las estructuras metálicas se ejecutarán con antelación al tratamiento anticorrosión.

4.10.2 Cajas de Centralización

Las señales procedentes del parque exterior se recogerán en cajas de centralización de los siguientes tipos:



- Caja de formación de intensidades de medida y protección.
- Caja de formación de tensiones de medida y protección.

4.11 Normativa y Sistemas de Prevención de Incendios

4.11.1 Parque Intemperie

En aplicación de las prescripciones de la MIE-RAT 15.5 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación al exterior.

El transformador de potencia y la aparamenta instalada cuentan con dispositivos de protección que los desconectan del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

Con el fin de dar cumplimiento a la MIE-RAT 14, apartado 4.1 a), el transformador dispone de un foso de recogida de aceite, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que pudiera recibir. Este foso estará relleno de cantos de grava. Dicha grava tiene la función de disgregar el volumen de aceite que por incendio del transformador, pudiera caer ardiendo, actuando por tanto de cortafuegos.

4.11.2 Instalación Interior

Se aplicarán las prescripciones de la MIE-RAT 14 (apartado 4.1) para prevención de incendios en los edificios de la SET. Asimismo será de aplicación el RSCIEI (Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales).

De acuerdo con la MIE-RAT 14 apartado 4.1 b) no es necesaria la instalación de un equipo de extinción automática.

No obstante, deberán ubicarse en el edificio de control instalaciones fijas para extinción de incendios. Así pues, se situarán dos extintores, de eficacia 21A 144B, en el interior del edificio de control.

5 Plazo de ejecución

Se estima un plazo de ejecución de cinco (5) meses que se deberá desarrollar bajo un estricto seguimiento de los procesos de compra, pruebas de equipos, despacho, transporte y entrega en obra, considerando, donde aplique, los procesos de aduana.



6 Presupuesto

Tabla 3 - Resumen presupuesto

RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
CAPÍTULO	AREA TÉCNICA	COSTE TOTAL (€)	%
I	OBRAS CIVILES	373.331,59	27,77%
II	EQUIPO ELECTROMECHANICO	525.862,07	39,12%
III	SISTEMA DE CONTROL y PROTECCION	361.835,86	26,91%
IV	VARIOS	83.357,14	6,20%
TOTAL PRESUPUESTO		1.344.386,67	100,00%