

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN, POR PROCEDIMIENTO ABIERTO, SUJETO A REGULACIÓN ARMONIZADA Y CON CRITERIOS DE VALORACIÓN MÚLTIPLES, DEL SERVICIO DE REDACCIÓN DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRA DE LA NUEVA SUBESTACIÓN 110 kV 2x25 MVA DEL BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER – CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN (BSC-CNS).**

Expediente CONSER02019006OP

---

## **1. OBJETO**

El presente pliego de prescripciones técnicas, que formará parte del contrato, tiene por objeto la descripción de los trabajos a desarrollar para la realización del servicio objeto del mismo, así como la definición de las características, condiciones, necesidades y criterios técnicos sobre los que se sustentará la ejecución de los mismos.

## **2. ALCANCE**

El objeto del contrato abarca los siguientes ámbitos y funciones:

- Redacción del proyecto de ejecución de la nueva subestación subterránea de 110 kV equipada con dos transformadores de 25 MVA y relación 110/25 kV.
- Tramitación de las autorizaciones administrativas y permisos necesarios para la construcción de la nueva subestación subterránea en el lugar previsto para su emplazamiento.
- Preparación, supervisión y seguimiento de los procesos de licitación, contratación y adjudicación de los trabajos objeto del proyecto de ejecución.
- Dirección de obra en fase de ejecución de los trabajos de construcción, instalación, pruebas y puesta en servicio de la nueva subestación subterránea.

### **2.1. Redacción del proyecto de ejecución**

El proyecto de ejecución de la nueva subestación deberá incorporar y desarrollar los siguientes aspectos y elementos:

- Memorias descriptivas y constructivas con el programa de necesidades, condicionantes urbanísticos de partida, condiciones técnicas facilitadas por ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U., soluciones técnicas para la obra civil y construcción del edificio subterráneo, integración urbanística en superficie, distribución de espacios en los diferentes niveles, soluciones técnicas para las instalaciones de alta tensión, transformadores, media tensión, sistemas de protecciones, sistema de puesta a tierra, sistemas de control, servicios auxiliares en baja tensión, instalaciones mecánicas, ventilación, sistemas de seguridad patrimonial y contra incendios, etc, así como las dos

líneas subterráneas de media tensión a 25 kV que partiendo de la nueva subestación se integrarán en el nuevo anillo de 25 kV con las instalaciones existentes (incluyendo la adecuación de estas con las celdas de línea necesarias).

- Pliego de condiciones técnicas de obra civil y edificación.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones principales AT/MT.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones auxiliares.
- Estudio geotécnico del terreno.
- Estudio de servicios afectados.
- Estudio de seguridad y salud.
- Estudio de puesta a tierra.
- Estudio de coordinación de aislamientos: puesta a tierra del neutro de 110 kV y protección contra sobretensiones en transformadores y conjunto blindado GIS.
- Estudio de refrigeración de transformadores que incluya la opción por geotermia.
- Estudio de dimensionamiento de conductores.
- Estudio de ventilación y disipación térmica.
- Estudio de impacto acústico.
- Estudio de campos electromagnéticos.
- Estudio de gestión de residuos.
- Estudio ambiental de las obras.
- Planificación temporal de la obra.
- Programa de control de calidad.
- Estado de mediciones.
- Presupuesto de ejecución material.
- Cálculos justificativos.
- Documentación gráfica:

- Planos topográficos del terreno.
- Planos de arquitectura en planta y sección.
- Planos de instalaciones.
- Planos de excavaciones y rebajes.
- Planos de cimentaciones.
- Planos de estructuras.
- Planos de cerramientos.
- Planos de sectorización de incendios.
- Planos de instalaciones:
  - Alta tensión.
  - Transformadores.
  - Media tensión.
  - Red de tierras.
  - Telecomunicaciones.
  - Servicios auxiliares: alumbrado y fuerza.
  - Grupo electrógeno.
  - Sistema de detección de incendios.
  - Sistema de extinción de incendios.
  - Ventilación y refrigeración.
  - Aislamiento acústico.
  - Montacargas.
  - Fontanería.
  - Sistema de recogida de fugas de aceite dieléctrico.
  - Saneamiento y drenajes.

El proyecto de ejecución objeto del concurso, en cualquier caso, tendrá que adaptarse en todos aquellos aspectos vinculados, en particular en los aspectos visibles en superficie (cuerpos de ventilación, accesos, evacuaciones, rejillas, trapas, etc), al que disponga el Planeamiento específico y el Proyecto de Urbanización de la zona que se está redactando, tanto si ya se ha aprobado provisionalmente y/o definitivamente, como si está en tramitación en el momento de redactarse.

El proyecto de ejecución de la nueva subestación deberá ser aprobado por EDE previamente a la licitación de las obras e instalaciones

## **2.2. Tramitación de autorizaciones administrativas y permisos**

El adjudicatario será el encargado de tramitar una vez redactado el proyecto ejecutivo o en su defecto si es posible mediante una versión básica preliminar del mismo las siguientes autorizaciones administrativas y permisos:

- Licencia de obras ante el Ayuntamiento de Barcelona.

- Licencia de actividad con incidencia ambiental como estación receptora de energía, central y subestación de transformación AT/MT privada ante el Ayuntamiento de Barcelona.

### **2.3. Preparación, supervisión y seguimiento de los procesos de licitación, contratación y adjudicación de los trabajos**

Una vez realizado el proyecto ejecutivo, este será el documento en base al cual se licitarán en un nuevo procedimiento los trabajos de construcción e instalación de la nueva subestación y a tal efecto, la ingeniería redactora del proyecto ejecutivo deberá proporcionar los servicios adicionales siguientes:

- Asistencia a la preparación del procedimiento abierto de contratación de los trabajos de construcción e instalación de la nueva subestación.
- Supervisión y seguimiento del proceso de contratación y adjudicación de los trabajos, dando respuesta a las consultas y aclaraciones que se puedan plantear por parte de las empresas licitadoras.
- Realización de comparativos e informes técnicos de análisis de las ofertas presentadas por parte de las empresas licitadoras.
- Asistencia técnica a la propiedad en la toma de decisiones relacionadas con la adjudicación de los trabajos.

### **2.4. Dirección de obra en fase de ejecución**

Durante los trabajos de construcción, instalación, pruebas y puesta en servicio de la nueva subestación subterránea el adjudicatario deberá asumir las funciones de la dirección facultativa, como dirección de obra y de ejecución.

Las tareas a desarrollar por parte de la persona o equipo de personas designadas a lo largo de toda la duración de la obra serán:

- Gestión y organización de las visitas y reuniones periódicas de obra en fase de ejecución. Levantamiento de Actas de todas las reuniones.
- Revisión y aprobación si procede de la planificación de obra facilitada por el contratista de los trabajos.
- Revisión y aprobación si procede de la relación de subcontratistas y talleres auxiliares facilitada por el contratista de los trabajos.
- Revisión y aprobación si procede del programa de puntos de inspección presentado por el contratista de los trabajos.

- Revisión y aprobación si procede de la maquinaria y medios auxiliares a utilizar por el contratista de los trabajos.
- Supervisión y control del cumplimiento de las cláusulas del Contrato por parte del contratista.
- Supervisión y control de que las obras e instalaciones se realicen de acuerdo con el proyecto de ejecución original y las modificaciones debidamente autorizadas.
- Redacción y preparación del Acta de Replanteo previa al inicio de los trabajos.
- Definir los aspectos técnicos que los pliegos de condiciones técnicas del proyecto puedan dejar al criterio de la Dirección de Obra.
- Aclarar las dudas técnicas que puedan aparecer en fase de ejecución en cuanto a la interpretación de planos, cláusulas de los materiales y de ejecución de obra, sin que se modifiquen las cláusulas del Contrato.
- Revisión, control y seguimiento del plan de Control de Calidad.
- Recepción en fábrica de elementos prefabricados y equipos principales.
- Recepción en obra de elementos prefabricados e industriales (equipos mecánicos, eléctricos, etc.).
- Previsión de posibles incidencias técnicas o económicas e informe sobre sus afectaciones y soluciones a la propiedad.
- Asistencia a las pruebas previas a la puesta en marcha de las instalaciones.
- Seguimiento económico de la obra y elaboración de los informes correspondientes para la aprobación de las certificaciones realizadas por el contratista.
- Revisión de memoria y anejos para el Proyecto de Liquidación de Obra a realizar por el contratista.
- Supervisión y validación de la documentación “as-built” facilitada por el contratista.
- Supervisión y validación del libro del edificio realizado por el contratista.
- Revisión, control y seguimiento del Plan de Gestión de Residuos.
- Redacción y preparación de la Recepción Provisional de las Obras.
- Revisión, control y seguimiento del estado de Garantías.

### **3. INGENIERÍA CONCEPTUAL PARA LA REDACCIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO**

Previamente a la redacción de este pliego de prescripciones técnicas se ha realizado un trabajo de ingeniería conceptual para la definición previa de los principales aspectos técnicos a desarrollar en el proyecto, basada en las conversaciones mantenidas con ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L.U. para la obtención de las CTES (Condiciones Técnicas y Económica de Suministro).

Se describen a continuación a modo orientativo las principales características técnicas requeridas para la subestación que deberán desarrollarse constructivamente en el proyecto de ejecución objeto de este pliego de prescripciones que se complementa con el conjunto de planos y esquemas conceptuales que figuran en el anexo de este documento.

#### **3.1. Antecedentes y finalidad de la instalación**

El proyecto nace de la necesidad de abastecer de energía eléctrica al nuevo supercomputador a instalar en el nuevo edificio propiedad de la entidad BCN SUPERCOMPUTING CENTER-CNS (Centro Nacional de Supercomputación, en adelante BSC), situado en el Campus Nord de la UPC en la Plaça Eusebi Güell de Barcelona.

En la actualidad el BSC cuenta con un suministro en media tensión a 25 kV con una potencia concertada de 5 MW del que parten dos líneas subterráneas: una primera hacia el denominado “bunker” que alimenta el actual supercomputador Marenostrom con dos transformadores MT/BT de 2.000 kVA y uno de 1.000 kVA y una segunda hacia el nuevo edificio corporativo que estará equipado con 2 transformadores de 1.000 kVA.

BSC con el fin de dar respuesta a la exigencia de un mejor suministro eléctrico y una red eléctrica segura, fiable y capaz de ampliación de potencia en su zona, ha decidido acometer la construcción de una Subestación Transformadora 110/25 kV (en adelante SE) para una potencia inicialmente concertada de 20 MW con la finalidad de alojar un supercomputador de mayor capacidad y potencia del actualmente instalado.

Las instalaciones del presente pliego comprenden desde las tomas del cable 110 kV, procedente de la red de distribución propiedad de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. (en adelante EDE), hasta la salida de las líneas de 25 kV para complejo del BSC donde se instalará el nuevo supercomputador.

Los datos del consumo previstos en las sucesivas etapas de crecimiento, de los que se ha partido para el diseño de las instalaciones que se describen más adelante, son los establecidos por BSC. Los consumos demandados se han estimado en base a la experiencia, pudiendo existir además oscilaciones entre la plena potencia y la demandada mínima según la carga que entre en servicio y por la aplicación de los coeficientes de simultaneidad.

La solución técnica para la conexión a la red 110 kV en la que se basa este pliego ha sido consensuada con EDE.

### **3.2. Descripción general de la solución propuesta**

Las instalaciones del presente proyecto estarán ubicadas en el interior del edificio de la subestación transformadora, de construcción subterránea, con capacidad para albergar la zona destinada a las instalaciones de recepción y maniobra de la red 110 kV, que pasará a cederse en propiedad a EDE una vez ejecutadas las instalaciones y la zona destinada a la transformación 110/25 kV propiedad de BSC.

La red de 110 kV de EDE se alimentará desde una línea de doble circuito a 110 kV procedente de un punto de conexión situado en la línea existente entre las S.E. Colblanc y Santa Creu de Olorda. La frontera para el punto de entrega entre EDE y BSC, que delimitará en el futuro la propiedad de las respectivas instalaciones, se sitúa en los bornes de la posición 110 kV GIS (Gas Insulated Switgear, cabinas encapsuladas en SF<sub>6</sub>) para la conexión de los puentes de cable de enlace con la transformación 110/25 kV.

La tecnología que se utilizará EDE en 110 kV será GIS, ya que es una construcción enterrada que se pretende que ocupe el mínimo espacio. Las disposiciones, según estándar de EDE, serán en alta tensión doble barra, con 4 posiciones, dos de líneas, dos de transformador y una para el acoplamiento. (EDE tiene interés en prever otras posiciones de reserva para sus ampliaciones futuras). De los terminales de las posiciones de transformador parten los cables de enlace aislados XLPE hasta los transformadores 110/25 kV.

La capacidad máxima prevista largo plazo es de 40 MVA, previéndose dos transformadores de 20/25 MVA, 110/25 kV (ONAN/ONAF o OFAF según se justifique en el proyecto) equipados con cambiador de tomas para regulación en carga en alta tensión, instalados en sendas celdas completamente equipadas. El servicio de los transformadores será interior y los terminales de alta tensión estarán preparados para conexión del “fluoducto” de enlace entre el terminal del cable 110 kV y el terminal de transformadores, los terminales de media tensión serán enchufables.

El grupo de conexión de los transformadores en 110 kV será en estrella, cuyo centro no puesto a tierra, estará protegido por un pararrayos de neutro. Como el grupo de conexión en 25 kV es en triángulo, el equipamiento de los transformadores se complementa con un autotransformador Zig-Zag para generar un neutro artificial y una resistencia de puesta a tierra. En 25 kV se utilizará una disposición de doble barra con acoplamiento transversal, para conferir una mayor facilidad de mantenimiento, desde la que saldrán 2 líneas hacia el edificio principal del supercomputador.

El equipamiento de la subestación incluirá también los cuadros para los servicios auxiliares de AC para iluminación, ventilación, puentes grúa, montacargas, cambiador de tomas, bombeo agua filtración, etc., y los cuadros para los servicios auxiliares de mando y control de los interruptores, servicios auxiliares de DC, protecciones, comunicaciones, sistema contra incendios, sistemas de vigilancia y de seguridad.

Los servicios auxiliares, a requerimiento de EDE se alimentarán de sendos transformadores de 250 kVA del tipo seco encapsulados, conectados a dos redes de 25 kV diferentes ajenas a la nueva SE. Además, también está previsto un grupo electrógeno de 250 kVA para el caso de fallo total de la red exterior que será instalado en uno de los niveles superior de la subestación.

Completará el diseño de la subestación la red de tierras, los cables de 25 kV de conexión de la MT de los transformadores hasta las cabinas, las líneas de salida hacia el complejo del BSC con dos circuitos formando un anillo con los centros existentes, los cuadros de servicios auxiliares y las líneas auxiliares.

### **3.3. Normas y Reglamentos**

Además del “RD 337/2014, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias”, “RD 314/2006 de 17 de marzo, Código Técnico de la Edificación”, “RD 842/2002, Reglamento de Baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias”, se aplicarán, por el orden en que se relacionan, cuando no existan contradicciones legales, las siguientes normas:

- Normativa Europea EN
- Normativa CENELEC
- Normativa CEI
- Normativa UNE

Específicamente, además se cumplirán las siguientes prescripciones técnicas del RD 337/2014:

#### **Tensiones Normalizadas ITC RAT 4**

##### *Tercera categoría*

Tensión nominal red: (Un) kV.....	25
Tensión más elevada de la red (Us) kV.....	30
Tensión más elevada del material (Um) kV.....	36

##### *Primera categoría*

Tensión nominal red: (Un) kV.....	110
Tensión más elevada de la red (Us) .....	123
Tensión más elevada del material (Um) kV .....	145

#### **Niveles de aislamiento ITC RAT 12**

##### *Grupo A Lista 2*

Tensión más elevada del material (Um) kV eficaces .....	36
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef,).....	70
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta) .....	170

##### *Grupo B (Nivel más alto)*

Tensión más elevada del material (Um) kV eficaces .....	145
---	-----

Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef,)	.....275
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)	.....650

### **3.4. Hipótesis de diseño**

#### Condiciones ambientales

Altura media sobre el nivel del mar: .....	< 100 m
Tipo de zona .....	A (Según R.L.A.T.)
Temperaturas extremas: .....	+40°C/-8°C
Contaminación ambiental.....	Baja

#### Intensidad de cortocircuito de la red 110 kV

A efectos de cálculo de esfuerzos térmicos, se considerará en este emplazamiento que la red de EDE tiene una intensidad de cortocircuito de 40 kA con una duración de 0,5 s.

#### Aislamiento eléctrico

Los materiales que se emplearán en la ejecución de esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más adecuadas. Para los aparatos, son los especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas complementarias”.

Las distancias mínimas en el sistema de 25 kV, para elementos con aislamiento en aire son, como mínimo, las equivalentes al nivel de 36 kV, que son de 32 cm a tierra y entre fases. En el sistema 110 kV no existirán elementos con aislamiento al aire.

#### Datos del terreno a efectos de red de tierras

A efectos del cálculo inicial se considerará una resistividad media del terreno de 100  $\Omega \cdot m$ .

#### Datos del terreno a efectos de la obra civil

En el proyecto constructivo se tomarán los datos obtenidos del estudio geotécnico a realizar en el emplazamiento de la SE. Para el cálculo inicial estructural del proyecto, se partirán de los datos del estudio geotécnico realizado en el edificio principal del supercomputador que indican que el subsuelo se encuentra geológicamente caracterizado por la Sierra de Collserola, con una base de rocas cristalinas ácidas (granitos) en diferentes estados de alteración, sobre la que se apoya un recubrimiento de arcillas y limos que pertenecen al Cuaternario Antiguo, recubiertos por una capa de cascotes heterogéneos de poco espesor, descartándose la presencia de roca.

### **3.5. Obra civil y edificación subterránea**

La parte del diseño físico y dimensional del edificio subterráneo de la subestación será una parte de gran peso en el proyecto, así como la distribución de los equipos en la misma. Lo que se

pretende en una subestación GIS es reducir el espacio y proporcionar prestaciones de calidad y alta disponibilidad.

En los planos que figuran en el anexo de este pliego se ha propuesto una distribución conceptual del diseño de la nueva subestación, cuya configuración básica deberá ser optimizada y consensuada con EDE en el momento de la redacción del proyecto ejecutivo. Inicialmente se ha previsto un edificio de tres plantas que la zona de la GIS es de doble altura y en el caso de los transformadores es de triple altura.

La subestación estará equipada con escaleras de acceso independientes para EDE y BSC que permitan en todo momento disponer de dos recorridos de evacuación, con entrada por la edificación sobre superficie compartida para la entrada/salida de la ventilación de las áreas técnicas de la subestación y del montacargas para materiales. Aparte, se habilitarán trapas de superficie para entrada/salida de los transformadores de potencia, posiciones GIS y grupo electrógeno.

Cada transformador estará ubicado en una sala independiente, rodeado de muros para la no propagación del incendio y bajo ellos se construirá el foso de recogida de las posibles fugas de aceite dieléctrico y el agua del sistema de extinción. Asimismo, las celdas GIS 110 kV, celdas 25 kV, servicios auxiliares, control y protección, también están ubicadas en salas independientes para favorecer la ventilación y la no propagación de incendio.

La subestación se dividirá en cada uno de los niveles en dos sectores o zonas que serán de uso y responsabilidad de EDE y BSC respectivamente, sin comunicación física entre ellas, que presentarán la estabilidad al fuego requerida para los elementos estructurales y de compartimentación.

La impulsión y extracción de aire de la subestación se hará en superficie mediante construcciones verticales a modo de torretas de ventilación cuyo diseño junto a los accesos de personal y montacargas será objeto de integración urbanística en el entorno consensuada con el Ayuntamiento de Barcelona. En esos puntos será necesario determinar el tipo de aislamiento acústico necesario para cumplir los niveles máximos admisibles requeridos por la normativa municipal.

Se instalarán las estructuras metálicas necesarias para los montajes de los transformadores de potencia, transformadores de servicios auxiliares, reactancias y resistencias de puesta a tierra, ventilación, así como los soportes de sujeción de los cables de potencia del GIS 110 kV hasta las bornas de los transformadores de potencia.

Por lo que se refiere a las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta necesaria, estas se construirán con perfiles de acero normalizados de alma llena. Todas las estructuras y soportes tendrán acabado galvanizado en caliente como protección contra la corrosión.

### **3.6. Conjunto GIS 110 kV**

Comprende las instalaciones a construir entre el punto de conexión a 110 kV y las posiciones de entrega al cliente, que serán alimentadas desde la doble barra blindada GIS (Gas Insulated Switchgear) en la nueva SE, todas ellas contenidas en un recinto independiente de la edificación de exclusivo uso para EDE.

El sistema GIS de 110 kV, en instalación blindada SF<sub>6</sub> con dos posiciones de línea y dos posiciones de entrega y medida a ceder y operar por EDE conforme al artículo 25.3 del RD 1048/2013, combinará los distintos elementos de maniobra en un envolvente trifásico. Desde las barras generales, construcción con doble embarrado, se alimenta el punto de entrega (pendiente de confirmar si la gestión del ATR requiere dos puntos frontera, uno para cada transformador) mediante un módulo de protección y medida destinado a la conexión de los transformadores 110/25 kV, donde se establece el punto frontera de la propiedad de BSC.

Las características nominales del conjunto serán las reglamentarias y normalizadas por los fabricantes:

• Tensión más elevada del material (Um) kV eficaces	.....145
• Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef,)	.....275
• Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef,)	.....275
• Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)	.....650
• Intensidad nominal embarrado y a acoplamiento (A)	.....2.000
• Intensidad nominal embarrado entrada/salida (A)	.....2.000
• Intensidad de cortocircuito soportada a 1" (kA)	.....40
• Frecuencia Nominal (Hz)	.....50

### **3.7. Transformadores de potencia**

Los transformadores serán trifásicos, en baño de aceite, refrigeración natural y forzada (deberá estudiarse ONAF y OFAF en función del sistema de ventilación instalado y la emisión de ruido), provistos de regulador en carga y cumplirá con las normas y las tolerancias indicadas en la norma UNE-EN 60076-1 respecto a los parámetros de:

- Pérdidas totales
- Pérdidas parciales
- Relación de transformación
- Impedancia de cortocircuito
- Corriente de vacío

El transformador será diseñado ante cortocircuito externo según la norma UNE-EN-60076-5 garantizando, en cualquier caso, la funcionalidad prevista, tanto a efectos dinámicos como térmicos durante los diferentes tipos de cortocircuito y duración para cada uno de los arrollamientos del transformador.

En el enlace de los transformadores con la red 110 kV, se hará mediante cable aislado, “fluoducto” y los terminales. Los transformadores tienen tres pasatapas para fase (y uno para el neutro) aislados en aceite. El borne de neutro no se conectará directamente a tierra, y estará protegido con autoválvula de neutro.

Las características nominales de los transformadores serán:

- Potencia asignada en servicio continuo..... 20/25 MVA
- Tensión asignada alta..... 110 kV
- Tensión asignada baja..... 25 kV
- Tensión máxima de servicio alta.....123 kV
- Disposición del neutro en red de alta.....Unido a tierra
- Grupo de conexión..... YNyd11
- Tensión de cortocircuito a 75 ° C (20 MVA, 110/25 kV)..... 12%
- Aptitud ante cortocircuito:
  - Duración..... 2 s
  - Factor de cresta..... 2,55
- Conexión neutro 110 kV ..... Aislado a tierra
- Tensión asignada en vacío:
  - Arrollamiento AT..... 110±10x1,25% kV
  - Arrollamiento MT..... 25 kV
- Cambiador de tomas en carga:
  - Tipo de regulación..... Flujo y potencia constantes
  - Sistema de regulación..... Inversor
  - Punto de regulación.....Borne neutro AT
- Tipo de refrigeración.....ONAN/ONAF
- Temperatura ambiente máxima..... 40 ° C
- Temperatura ambiente mínima.....-25 °C
- Calentamiento medio de los arrollamientos.....65 °C
- Calentamiento máximo de los arrollamientos, 100% carga.....78°C
- Pérdidas:
  - Pérdidas en vacío al 100 %/110 % de Un.....10/16 kW
  - Pérdidas carga posiciones 1, 11 y 21 /75 °C)....60/62/68 kW
- Ruido.....< 75 dB

El transformador irá provisto de un relé de imagen térmica y un transformador de intensidad tipo “Bushing” en la fase central de primario y secundario, para protección de temperatura de los arrollamientos. Las sondas de termómetros y relés de imagen térmica irán protegidas con una envolvente de chapa desmontable.

### **3.8. Transformadores de potencia**

Los transformadores serán trifásicos, en baño de aceite, refrigeración natural y forzada (deberá estudiarse ONAF y OFAF en función del sistema de ventilación instalado y la emisión de ruido),

provistos de regulador en carga y cumplirá con las normas y las tolerancias indicadas en la norma UNE-EN 60076-1 respecto a los parámetros de:

### **3.9. Reactancia y resistencia de puesta a tierra**

El sistema de 25 kV se pondrá a tierra en cada transformador a través de autotransformador trifásico Zig-Zag (compensador de neutro) para la formación de un punto neutro artificial destinado a conectar a tierra a través de resistencia el sistema de 25 kV de BSC que limite la corriente de cortocircuito a tierra a 500 A.

Las características principales de esta reactancia serán:

- Tensión asignada primario: ..... 27.500 V
- Tensión más elevada para el material: .....36 kV
- Frecuencia: .....50 Hz
- Grupo de conexión: .....auto ZIG-ZAG
- Intensidad de defecto a tierra: .....500 A
- Duración del defecto a tierra (500 A): .....5''
- Impedancia referida al neutro ( $Z_0/3$ ): ..... 7,5  $\Omega$
- Conexión a tierra del punto neutro: .....a través de resistencia de 25  $\Omega$

Siendo las características principales de la resistencia:

- Instalación: .....Interior, H < 1000 m
- Montaje: .....sobre superficie plana horizontal
- Tipo de aislamiento: ..... Aire
- Refrigeración: ..... Natural
- Resistencia: .....25  $\Omega \pm 5\%$
- Frecuencia asignada: ..... 50 Hz
- Tensión de aislamiento: .....17,5 kV
- Intensidad asignada:
  - Máxima, durante 5 segundos:..... 600 A
  - Permanente:.....30 A
- Intervalo entre dos situaciones sucesivas de  $I_N = 600$  A, 5 s:.....5 min
- Temperatura ambiente:.....< 40 °C

### **3.10. Conjunto de celdas de 25 kV**

El sistema de celdas de distribución primaria de 25 kV, en instalación blindada SF<sub>6</sub> con dos posiciones de entrada de transformador y dos posiciones de salida de línea, combinará los distintos elementos de maniobra en celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica con aislamiento en gas.

Las características nominales del conjunto serán:

• Tensión más elevada del material (Um) kV eficaces	.....36
• Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef,)	.....170
• Tensión soportada a frecuencia industrial (kV ef,)	.....70
• Intensidad nominal embarrado y a acoplamiento (A)	.....1.250
• Intensidad nominal embarrado entrada/salida (A)	.....1.250
• Intensidad de cortocircuito soportada a 1" (kA)	.....25
• Frecuencia Nominal (Hz)	.....50

### **3.11. Protecciones**

Para las protecciones se ha previsto las siguientes unidades, basadas en relés de tecnología digital multifuncionales:

#### Líneas 110 kV

El sistema de protección principal se realizará por EDE desde los interruptores de cabecera de línea. Dicho sistema estará basado probablemente en una protección de distancia más una protección de respaldo, incorporando protecciones de sobrecarga (imagen térmica).

#### Transformadores de potencia

- Protección diferencial (87)
- Protección de cuba (50),
- Protección de sobreintensidad en 110 kV y 25 kV (50/51, 50N/51/N)
- Protección imagen térmica (49)
- Indicadores magnéticos de nivel de aceite, uno para el aceite del transformador y otro para el aceite del regulador (71)
- Relé Buchholz
- Dispositivo liberador de presión

#### Celdas 25 kV

- Protección de sobreintensidad (50/51, 50N/51/N)

### **3.12. Líneas de salida a 25 kV para el anillo del complejo del BSC**

Inicialmente se han previsto dos líneas de salida a 25 kV desde la nueva subestación para alimentar el complejo del BSC que estará compuesto por tres centros de transformación: el denominado "bunker" que alimenta el actual supercomputador Marenostrum con dos transformadores MT/BT de 2.000 kVA y uno de 1.000 kVA, el nuevo edificio de oficinas corporativo que estará equipado con 2 transformadores de 1.000 kVA y el centro de transformación situado en el mismo edificio con un número de transformadores aún no determinado para satisfacer las necesidades de potencia del nuevo supercomputador (se prevé que en el momento de la redacción del proyecto se disponga ya de esa información).

Los conductores a instalar se ha previsto sean de 400 mm<sup>2</sup> de aluminio, aislamiento 18/30 kV con capacidad suficiente para satisfacer la totalidad de la potencia requerida con el anillo cerrado.

Será objeto del proyecto ejecutivo la instalación de la celda o celdas en los centros de transformación existentes para recibir la acometida de las nuevas líneas. Así mismo, se incluirá en el ámbito del proyecto ejecutivo (si se llega a un acuerdo con EDE) la integración en el anillo del actual centro de medida a 25 kV de 5 MW como suministro complementario de socorro, para lo cual se deberían establecer los correspondientes mecanismos de deslastres de cargas para que el BSC pudiera operar a potencia reducida.

### **3.13. Servicios auxiliares**

Para la alimentación de los servicios auxiliares de la subestación se ha previsto la instalación de dos transformadores de 250 kVA de 25/0,42 kV tipo seco encapsulado que se alimentarán de la red exterior de EDE a 25 kV de sendos conjuntos de celdas 2L+1P alimentados desde redes diferentes.

En caso de emergencia, el suministro estará garantizado por un grupo electrógeno de 250 kVA de arranque automático.

Se dispondrá de dos cuadros de servicio auxiliares de AC: uno para EDE y otro para BSC. Para cada uno de ellos el esquema unifilar consta de un cuadro general de c.a. a instalar en la sala de SSAA, con dos barras independientes, en configuración de barra partida, enlazadas por medio de un interruptor motorizado. En caso de pérdida de una de las dos alimentaciones, las dos barras BT podrán ser acopladas.

Se dispondrá de dos cuadros de servicio auxiliares de DC de forma análoga a los de AC y cada uno a su vez dispondrá de dos equipos fuente conmutada 48 Vcc, de NI-Cd, con característica de tensión constante e intensidad limitada, que tendrán posibilidad de acoplamiento y con una capacidad tal que pueda asegurar el consumo de la subestación en un período de 4 horas desde que se produzca el fallo en los servicios de alterna y soporten la intensidad permanente y de punta del sistema. Ambos estarán aislados de tierra.

### **3.14. Alumbrado normal y de emergencia**

El interior de la SE control irá dotado de iluminación normal a base de lámparas y luminarias LED distribuidas en varios circuitos.

Se adoptarán los siguientes valores de iluminación mínimos con uniformidad media de 0,5 a justificar mediante cálculo luminotécnico:

- Salas equipos de protección, control y comunicaciones: ..... 600 lux.
- Salas de transformadores y celdas 110/25 kV: ..... 300 lux.
- Resto de dependencias y pasillo: .....150 lux.

La alimentación se realizará mediante corriente alterna, procedente del cuadro de corriente alterna de EDE o BSC, por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

El alumbrado de emergencia estará formado por equipos autónomos de interior. Estos equipos estarán alimentados de un circuito corriente alterna, que se alimentará del cuadro de corriente alterna. Se instalarán los elementos necesarios para obtener un nivel luminoso mínimo de 1 lux en el recorrido de evacuación y 5 lux en los puntos en los que existan dispositivos del sistema de protección contra incendios, teniendo en cuenta que en cada salida existirá un elemento. Los equipos tendrán una autonomía de al menos una hora.

### **3.15. Sistema de control**

Para los transformadores y para las celdas de 25 kV, se dispondrá de un Sistema Integrado de Control y Protección, gobernado desde una Unidad Central (UCS) con la funcionalidad incorporada de remota de telecontrol.

El mando y control de la Subestación Transformadora, así como los equipos de protección y automatismos, se instalarán en bastidores ubicados en la sala de control del edificio.

El sistema de control de la GIS de 110 kV será responsabilidad de EDE.

### **3.16. Red de tierras**

El estudio del sistema de puesta a tierra se realizará mediante modelos tratados informáticamente con los datos facilitados de la red EDE 110 kV en las peores condiciones. La malla de tierra quedará dimensionada considerando la intensidad de falta máxima que se ha definido en las hipótesis de diseño.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y de contacto, la Subestación irá dotada de una malla de tierras inferiores formada por cables de cobre de sección a determinar en el estudio.

Cumplimentando la Instrucción Técnica Complementaria del MIE-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo se unirán a la malla equipotencial las estructuras metálicas, bases de la aparamenta, neutros de transformadores de potencia y resistencias de puesta a tierra, etc.

### **3.17. Sistema de detección y extinción de incendios**

Se deberá instalar dos sistemas de detección de incendios multi-zona independiente para los espacios de EDE y BSC que dispondrá de los detectores de humos en todas las salas, detectores

termovelocimétricos en las celdas de los transformadores, pulsadores, retenedores de puertas y alarmas necesarios para proteger pasivamente toda la SE.

Para cada uno de los dos transformadores será necesario instalar un sistema de extinción de incendios por agua nebulizada que contará con reserva de agua necesaria y sistema de bombeo de alta presión para garantizar la extinción en cada una de las celdas en caso de incendio.

La SE contará con conexión a la red de agua potable con caudal suficiente para mantener el flujo hacia los sistemas de bombeo y adicionalmente se preverán dos sistemas de columna seca para EDE y dos para BSC.

En el resto de salas y espacios, existirán extintores portátiles según los requerimientos del CTE y el RSCIEI de la eficacia necesaria.

### **3.18. Sistema anti-intrusión**

Se instalará un sistema de seguridad para la detección de intrusos en la instalación que permitirá detectar una intrusión de personas no autorizadas, y comunicar a una central de alarmas las incidencias que se originen. Podrá ser activado/desactivado localmente por personal autorizado introduciendo un código.

Estará compuesto por los siguientes equipos:

- Central de Alarmas encargada de gestionar y controlar los equipos detectores y de almacenar o transmitir las señales generadas en consecuencia.
- Detectores volumétricos duales: Infrarrojos + microondas. Se instalarán en todas las dependencias del Edificio.
- Sirena Exterior. Se instalará en zona visible en todas las dependencias.

### **3.19. Ventilación y refrigeración**

Con objeto de mantener la temperatura en el edificio por debajo de los valores recomendados, será necesario instalar un sistema de ventilación que asegure la renovación del aire de forma que se consigan unas condiciones ambientales óptimas para el funcionamiento de los equipos electrónicos.

En la sala de celdas de 110 y 25 kV y con el fin de renovar cíclicamente el aire de la citada sala, se instalará un sistema de ventilación forzada compuesto por al menos dos extractores axiales murales con motor monofásico o trifásico. Deberá disponer de un dispositivo que permita la posibilidad de conectarlo en modo manual o automático para renovaciones periódicas del aire en la sala, debiéndose garantizar la renovación en las condiciones más desfavorables de emisiones de gases y de calor de los equipos dentro de lo posible.

Para la refrigeración de los transformadores se estudiará un sistema que garantice la potencia ONAF/OFAF según se justifique asociado a un sistema de ventilación forzada de las salas de los transformadores mediante un sistema de impulsión y extracción a base de ventiladores de bajo nivel de ruido que incorporará si procede y el estudio lo justifica filtrado acústico para la reducción de la emisión de ruido al exterior.

Adicionalmente, BSC solicita que se estudie en fase de proyecto la viabilidad de realizar la refrigeración de los transformadores con una potencia total a disipar de 300 kW térmicos mediante geotermia según tres posibles sistemas:

A. Refrigeración con bomba de calor e intercambiadores agua/agua/aceite

Se utilizará la geotermia de baja entalpia (en profundidades de 60m hasta 150m o 200m) por bomba de calor geotérmica refrigerada por un sistema de captación bajo el suelo de mediante la bomba de calor cuyo foco caliente son las unidades transformadoras y el foco frío el suelo enterrado.

Además de las normas de aplicación en este campo, CTE, RITE y UNE, se utilizará la “Guía técnica de diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica” desarrollado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

La bomba de calor se seleccionará de forma que satisfaga las especificaciones de las instalaciones de la SE a refrigerar, partiendo del salto térmico de temperatura con el refrigerante del transformador bajo diferentes condiciones de carga y de temperatura ambiente, seleccionándola entre los fabricantes más reconocidos del mercado. La bomba de calor será agua-agua, siendo necesario intercalar un segundo intercambiador agua-aceite para la refrigeración de los transformadores.

El COP de refrigeración se estimará en 4. El fluido circulante será agua al 70 % mezclado con Etilenglicol al 30 %. Con esta solución no se instalarían los aerorefrigerantes aire/aceite que equiparían normalmente los transformadores ONA/ONAF.

B. Refrigeración directa con intercambiadores agua/aceite

Se utilizará la geotermia de baja entalpia para la refrigeración con bombas de circulación en circuito cerrado para la impulsión directa sobre los intercambiadores agua/aceite de cada transformador.

En el diseño de los captadores enterrados se seguirá el mismo criterio que en el diseño con bomba de calor del punto anterior.

Cada transformador dispondrá de la entrada/salida dispuesta en la cuba para la circulación del circuito de aceite sobre el intercambiador agua/agua. Con esta

solución tampoco se instalarían los aero-refrigerantes aire/aceite que equiparían normalmente los transformadores ONA/ONAF.

#### C. Refrigeración directa con intercambiadores agua/aire

Se utilizará el aire como fluido para la refrigeración aceite/aire en circuito abierto, mediante la impulsión del aire exterior a la SE por conductos de aspiración sobre los Aero-refrigerantes de aceite/aire de cada transformador y su expulsión al exterior por los conductos de extracción.

Se justificará que el gradiente térmico de la salida del aire hacia el exterior, la velocidad de salida en las aperturas y el ruido está dentro de los límites de la normativa municipal.

#### **4. PRESUPUESTO y PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO**

En el ámbito del trabajo de ingeniería conceptual para la definición previa de los principales aspectos técnicos a desarrollar en el proyecto se ha realizado un análisis de la previsión económica que supondrá llevar a cabo la construcción de la subestación y ejecutar las instalaciones interiores necesarias basada en obras de similar envergadura y situación, siendo el coste de ejecución por contrato estimado por capítulos el siguiente (impuestos no incluidos):

<u>CONCEPTO</u>	<u>IMPORTE</u>
OBRA CIVIL EDIFICIO SUBTERRÁNEO	4.252.099,33 €
POSICIONES BLINDADAS (GIS) 110 kV	1.081.000,00 €
TRANSFORMADORES DE POTENCIA	902.300,00 €
POSICIONES BLINDADAS (GIS) 25 kV	270.152,00 €
CABLES AT y MT	169.000,00 €
EQUIPOS DE CONTROL y PROTECCIONES	308.830,00 €
EQUIPOS AUXILIARES AT/MT/BT	61.750,00 €
INSTALACIONES AUXILIARES EDIFICIO	645.360,00 €
MONTAJE SUBESTACIÓN	1.003.135,00 €
LÍNEAS ALIMENTADORAS A EDIFICIO BSC	74.995,50 €
AUTORIZACIONES y PERMISOS	247.545,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>9.016.166,83 €</b>

La planificación prevista por el BSC es que las obras de la subestación den comienzo en febrero de 2020 y finalicen antes de noviembre de 2020 con la puesta en marcha de la instalación (10 meses).

#### **5. MEDIOS HUMANOS y MATERIALES DEL ADJUDICATARIO**

El adjudicatario del contrato objeto de este pliego de prescripciones técnicas deberá acreditar que dispone de los medios humanos y materiales requeridos para la realización de los trabajos incluidos dentro del ámbito del mismo durante su vigencia.

El equipo técnico adscrito al contrato estará formado como mínimo por:

- Un ingeniero industrial o un ingeniero técnico especialista en electricidad como responsable del proyecto de instalaciones con una experiencia mínima de 5 años en el diseño de subestaciones de 110 kV o más y que haya proyectado o dirigido un mínimo de una subestación similar a la que es objeto de este pliego en los últimos tres años.
- Un ingeniero de caminos canales y puertos o un arquitecto como responsable del proyecto obra civil y edificación con una experiencia mínima de 5 años en la construcción de infraestructuras y que haya proyectado o dirigido un mínimo de una obra de construcción subterránea con presupuesto de ejecución similar a la que es objeto de este pliego en los últimos tres años.
- Un ingeniero industrial o un ingeniero técnico especialista en electricidad como director de ejecución de instalaciones con una experiencia mínima de 5 años en la dirección de ejecución de subestaciones de 110 kV o más y que haya dirigido un mínimo de una subestación similar a la que es objeto de este pliego en los últimos tres años.
- Un ingeniero de caminos canales y puertos o un arquitecto director de ejecución de obra civil y edificación con una experiencia mínima de 5 años en la construcción de infraestructuras y que haya dirigido un mínimo de una obra de construcción subterránea con presupuesto de ejecución similar a la que es objeto de este pliego en los últimos tres años.
- Un técnico de seguimiento y control presupuestario con una experiencia mínima de 5 años y que haya realizado el seguimiento y control presupuestario de un mínimo de una obra con presupuesto de ejecución similar a la que es objeto de este pliego en los últimos tres años.

El adjudicatario se obliga a disponer de todos los medios materiales e instalaciones necesarios para un correcto desarrollo de los trabajos objeto de contrato en el plazo previsto, especialmente los que se refieren a herramientas informáticas, tanto de cálculo, como de gestión y diseño técnico con sus correspondientes licencias de los fabricantes.

## **ANEXO – PLANOS y ESQUEMAS INGENIERÍA CONCEPTUAL**