



HOJA DE CONTROL DE FIRMA ELECTRÓNICA

NOMBRE :
NIF :
TITULACIÓN :
FIRMA :

NOMBRE :
NIF :
TITULACIÓN :
FIRMA :

NOMBRE :
NIF :
TITULACIÓN :
FIRMA :

NOMBRE :
NIF :
TITULACIÓN :
FIRMA :

El/Los arriba firmantes, firma como empleado y asalariado de Iberdrola Distribución S.A.U. y por lo tanto bajo los medios, métodos y directrices de esta empresa.

Iberdrola Ingeniería y Construcción, S.A.U. tiene suscrito y en pleno vigor Seguro de Responsabilidad Civil Profesional con la Aseguradora HDI GERLING INDUSTRIE VERSICHERUNG AG Suc. España con Póliza nº08057531-14078. Dicha Póliza de Responsabilidad Civil Profesional está contratada en condiciones que aseguran la cobertura de la responsabilidad decenal del artículo 1.591 del Código Civil y la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. El marco de cobertura de la póliza cubre a los empleados de las empresas del Grupo Iberdrola.



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

**RENOVACIÓN SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV**

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

**La Ingeniera Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco
Febrero 2019**



IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº 1MEMORIA

- Anexo 1. Cálculos Eléctricos
- Anexo 2. Campos Magnéticos
- Anexo 3. Obra Civil
- Anexo 4. Estudio de Gestión de Residuos
- Anexo 5.....Estudio de Niveles Acústicos

DOCUMENTO Nº 2.....PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº 3PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4 PLANOS

DOCUMENTO Nº 5ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

**RENOVACIÓN SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV**

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

**La Ingeniera Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco
Febrero 2019**



ÍNDICE

1.	<u>ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN</u>	5
2.	<u>OBJETO</u>	8
3.	<u>EMPLAZAMIENTO</u>	9
4.	<u>NORMATIVA</u>	10
4.1	<u>NORMATIVA ESTATAL</u>	10
4.2	<u>NORMATIVA AUTONÓMICA</u>	11
4.3	<u>NORMATIVA LOCAL</u>	11
4.4	<u>CÓDIGOS Y NORMAS DE CELDAS BLINDADAS</u>	11
4.5	<u>COMPATIBILIDAD ELECTROMÁGNÉTICA</u>	12
5.	<u>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN</u>	13
5.1	<u>INSTALACION ACTUAL</u>	13
5.1.1	Sistema de 132 kV	13
5.1.2	Sistema de 66 kV	14
5.1.3	Transformador de potencia	15
5.1.4	Sistema de 20 kV	16
5.1.5	Edificios	19
5.2	<u>RENOVACIÓN PREVISTA</u>	19
5.2.1	Sistema de 132 kV	19
5.2.2	Sistema de 66 kV	21
5.2.3	Transformador de potencia	22
5.2.4	Edificios	22
5.3	<u>INSTALACIÓN DESPUES DE LA RENOVACIÓN</u>	22
5.3.1	Sistema de 132 kV	22
5.3.2	Sistema de 66 kV	23
5.3.3	Transformador de potencia	24
5.3.4	Sistema de 20 kV	24
5.3.5	Edificios	24
5.4	<u>RESTO DE INSTALACIONES</u>	25
6.	<u>SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN</u>	26



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

6.1	<u>SISTEMA DE 132KV</u>	26
6.1.1	Conjuntos módulo híbrido HIS SF6	26
6.1.2	Pararrayos	28
6.2	<u>SISTEMA DE 66KV</u>	29
6.2.1	Conjuntos módulo híbrido HIS SF6	29
6.2.1.1	Seccionador de aislamiento	29
6.2.1.2	Interruptor	29
6.2.1.3	Transformadores de intensidad	30
6.2.2	Pararrayos	30
7.	<u>TRANSFORMACIÓN</u>	31
7.1	<u>AUTOTRANSFORMADOR 228 / 136,27 / 21,5 KV</u>	31
8.	<u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u>	33
8.1	<u>AISLAMIENTO</u>	33
8.2	<u>DISTANCIAS MÍNIMAS</u>	33
9.	<u>ESTRUCTURA METÁLICA, EMBARRADOS Y AISLADORES</u>	34
9.1	<u>ESTRUCTURA METÁLICA</u>	34
9.1.1	Características generales estructura metálica	34
9.1.2	Estructura metálica necesaria en la instalación	36
9.2	<u>EMBARRADOS</u>	36
9.2.1	Descripción general y características de diseño	36
9.2.2	Embarrados de 132 kV	37
9.2.3	Embarrados de 66 kV	39
9.2.4	Aisladores soporte para 132 kV	39
9.2.5	Aisladores soporte para 66 kV	40
9.2.6	Piezas de conexión	40
10.	<u>RED DE TIERRAS</u>	41
11.	<u>CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES</u>	43
11.1	<u>DESCRIPCIÓN GENERAL</u>	43
11.2	<u>UNIDADES DE CONTROL</u>	43
11.3	<u>PROTECCIONES</u>	44
11.3.1	Sistema de 132kV	44
11.3.2	Posición de Auto transformador 1:	44



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

11.3.3	Auto transformador 1:	44
11.3.4	Posición de transformador 4 y 5:	44
11.3.5	transformador 4 y 5:	44
11.3.6	Barras:	45
11.3.7	Protecciones de línea de 66 kV.	45
11.3.8	Protecciones de transformador lado 66kV.	45
11.3.9	Barras:	45
11.4	<u>ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIONES</u>	46
12.	<u>MEDIDA</u>	46
12.1	<u>MEDIDA DE ENERGIA</u>	46
12.2	<u>RESTO DE MEDIDAS</u>	46
13.	<u>TELECONTROL</u>	47
14.	<u>SERVICIOS AUXILIARES</u>	47
14.1	<u>SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA</u>	48
14.2	<u>SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA</u>	48
15.	<u>RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS</u>	49
16.	<u>PLANIFICACIÓN</u>	51
17.	<u>PLAZO DE EJECUCIÓN</u>	52

ANEXOS

- ANEXO 1: CÁLCULOS ELÉCTRICOS
- ANEXO 2: CAMPOS MAGNÉTICOS
- ANEXO 3: OBRA CIVIL
- ANEXO 4: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En el presente proyecto se va a proceder a la descripción de los elementos que componen las instalaciones de Distribución (IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U.), de energía eléctrica de la futura renovación de la Subestación Transformadora ST CASTELLÓN EL INGENIO.

Esta instalación es propiedad de más de una sociedad, por lo que describiremos brevemente la asignación de cada una de las distintas posiciones que la componen, y que se indican a continuación:

- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA S.A.U (REE), sistema de 220kV, está formada por dos posiciones de línea y tres posiciones de transformador en aislamiento en aire, así como todos los equipos de servicios auxiliares y equipos destinados a medida, control, y protecciones asociados al Sistema de Transporte de Energía Eléctrica. No se realiza ninguna actuación en este sistema.
- IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U., la instalación se compone de los siguientes sistemas:
 - Parque de 132kV: formado por tres posiciones de transformador, tres posiciones de línea, en aislamiento en aire, así como todos los equipos de servicios auxiliares, y equipos destinados a medida, control y protecciones asociados al Sistema de Distribución de Energía Eléctrica
 - Parque de 66kV: formado por dos posiciones de transformador, cuatro posiciones de línea, en aislamiento en aire, así como todos los equipos de servicios auxiliares, y equipos destinados a medida, control y protecciones asociados al Sistema de Distribución de Energía Eléctrica
 - Parque de 20kV: formado por cuatro módulos de celdas en SF6 de interior, reactancias, baterías de condensadores así como todos los equipos de servicios auxiliares, y equipos destinados a medida, control y protecciones asociados al Sistema de Distribución de Energía Eléctrica



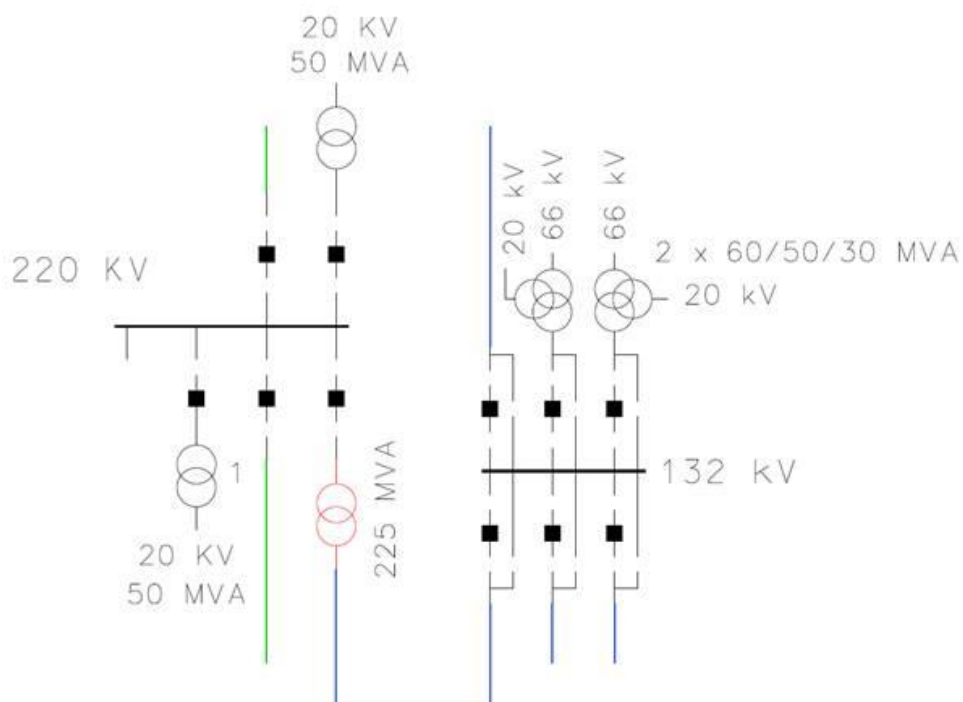
DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

La subestación de CASTELLÓN INGENIO es una instalación con niveles de tensión de 220, 132, 66 y 20 kV, alimentada mediante sendas líneas de 220 kV, procedentes de las subestaciones de La Plana y Benadresa.

La subestación dispone, entre otros, de un transformador 220/132 kV de 100 MVA (AT nº1), propiedad de Iberdrola Distribución. El sistema de 132 kV, propiedad de Iberdrola Distribución, está configurado en simple barra y dispone de 3 posiciones de línea con sendos circuitos de distribución en 132 kV.

Como consecuencia del estado en el que se encuentra la actual unidad transformadora 220/132 kV de 100 MVA (61 años y mal estado del aislamiento sólido) y su unidad de regulación 132/132 kV que supone un elevado riesgo para la seguridad de las personas, las instalaciones y el medio ambiente se hace necesaria la sustitución de la transformación en la subestación de CASTELLÓN INGENIO, mediante la instalación de una unidad 220/132 kV de 225 MVA para no perder calidad de suministro, fiabilidad y seguridad en la red.

A continuación se muestra el diagrama unifilar final de la instalación tras la sustitución del transformador:





DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

También es necesaria la renovación de los equipos de los sistemas de 132 kV y 66 kV, la justificación de esta actuación surge por la necesidad de renovación de los equipos del parque debido a su obsolescencia y adecuación de alturas y distancias eléctricas al resto de equipos. Así mismo se dotará a la nueva aparamenta de un sistema de protección y control basado en tecnología digital. La actuación persigue el objetivo de mejorar la fiabilidad, operatividad y seguridad de la instalación, lo cual redundará en la calidad del suministro y en la explotación de la red.



2. OBJETO

El presente documento se redacta con la finalidad de obtener las distintas autorizaciones necesarias de las administraciones competentes y actualizar la documentación presentada con anterioridad en las mismas.



3. EMPLAZAMIENTO

La ST CASTELLÓN EL INGENIO está ubicada en la provincia de Castellón, y más concretamente en el término municipal de Castellón de la Plana. Su cota aproximada de explanación se sitúa en los 27 m sobre el nivel del mar.

La localización queda reflejada en el plano de situación geográfica adjunto en el documento nº 4 "Planos". En este mismo documento se incluye como hoja nº 2 un plano de ubicación.

La parcela destinada a la instalación se localiza en la coordenada georeferenciada (coordenadas U.T.M 30) siguiente:

- A X:754888,33 Y:4429630,61

Ocupando una extensión de 14.341 m².



4. NORMATIVA

El Proyecto Técnico Administrativo ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en la siguiente Normativa y Reglamentación de Instalaciones de Alta Tensión:

4.1 NORMATIVA ESTATAL

- Ley 24/2013 de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico (B.O.E. 27 de Diciembre de 2013).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero B.O.E. núm. 68 de 19 de Marzo de 2008).
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC - RAT 01 a 23 (Aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de Mayo. B.O.E. 9-06-14).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51. Aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología (B.O.E. de 18-09-2002).
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Orden PRA/1080/2017, de 2 de noviembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI-2017), aprobado por Real Decreto 513/2017.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI), aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006.
- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

La normativa descrita se enmarca en la legislación básica del Estado, correspondiendo a las comunidades autónomas en el ejercicio de sus competencias el desarrollo del marco normativo aplicable a las instalaciones eléctricas que les corresponda autorizar.

4.2 NORMATIVA AUTONÓMICA

- Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de Impacto Ambiental.
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental.
- Ley 6/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunitat Valenciana, y sus modificaciones.

4.3 NORMATIVA LOCAL

- Condicionados que puedan ser emitidos por Organismos afectados por las instalaciones.

4.4 CÓDIGOS Y NORMAS DE CELDAS BLINDADAS

Las celdas, aparataje y equipos asociados serán diseñados, construidos, probados, ensayados y montados de acuerdo con:

- EN 60480 Líneas directrices para el control y tratamiento de hexafluoruro de azufre (SF₆) extraído de equipos eléctricos y especificaciones para su reutilización.
- UNE EN 61869-1: Transformadores de medida. Parte 1: Estipulaciones comunes.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- UNE EN 61869-2 -3 -5: Transformadores de medida de intensidad y tensión. Partes 2, 3 y 5: Requisitos adicionales para transformadores de intensidad, tensión inductivos y tensión capacitivos.
- UNE-EN 62271-1: Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Estipulaciones comunes.
- UNE-EN 62271-100: Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE-EN 62271-102: Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- UNE-EN 62271-200: Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
- UNE-EN 62271-203: Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
- UNE-EN 62271-205: Aparamenta de alta tensión. Parte 205: Conjuntos compactos de aparamenta de tensiones asignadas superiores a 52 kV.

4.5 COMPATIBILIDAD ELECTROMÁGNÉTICA

La instalación estará asegurada para compatibilidad electromagnética, considerando que los equipos de control y protecciones serán digitales, basados en microprocesadores (μ P), cuyas características se enuncian a continuación:

- La rigidez dieléctrica de los equipos será de 2 kV, 50 Hz, 1 minuto y el nivel de impulso de 5 kV, 1,2/50 μ s, 0,5 J, según norma UNE EN 60255-27:2014.
- De acuerdo a la norma UNE EN 60255-26:2013:
 - El nivel de protección frente a interferencias de A.F (onda oscilatoria de 1 MHz) será de 2,5 kV en modo común y 1 kV en modo diferencial.
 - Para las descargas electrostáticas, la tensión de salida (modo de descarga en el aire) será de 8 KV.
 - El nivel de inmunidad de los equipos frente a radiointerferencias cumplirá con lo indicado en esta norma y se ensayará según la norma UNE EN 60255-22-6.
 - Los equipos serán de clase A frente a transitorios rápidos.



5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

La ampliación de la subestación ST CASTELLÓN EL INGENIO consta de las instalaciones que a continuación se describen, según puede verse en el esquema unifilar simplificado recogido en el documento nº 4 “Planos” del presente proyecto.

En este esquema unifilar se han representado los niveles de tensión de 220, 132, 66 y 20 kV con todos los circuitos principales que forman cada uno de los niveles de tensión, figurando las conexiones existentes entre los diferentes niveles y los elementos principales de cada uno de ellos.

Las tensiones de diseño de la instalación para los niveles de tensión que la componen son 220, 132, 66 y 20 kV, siendo estas coincidentes con las tensiones de inundación / energización de la instalación.

5.1 INSTALACION ACTUAL

5.1.1 Sistema de 132 kV

El parque intemperie de 132 kV, propiedad de **Iberdrola Distribución Eléctrica**, tiene una configuración en simple barra, compuesta por las siguientes posiciones:

- Tres (3) posiciones de línea L/ Benicassim-Oropesa, L/ Serrallo-La Plana y L/La Plana, convencionales de intemperie con interruptor y by-pass con seccionador.
- Dos (2) posiciones de transformador de potencia 1T-1 y T-2, convencional de intemperie con interruptor y by-pass con seccionador.
- Una (1) posición de autotransformador de potencia AT-1 convencional de intemperie con interruptor y by-pass con seccionador.
- Una (1) posición de medida convencional de intemperie sin interruptor, instalada en el embarrado principal.

Dado que el autotransformador AT-1 se encuentra en el parque de 220kV, y entre los dos parques se encuentran los edificios de celdas y control, la conexión entre el parque de 220kV y el de 132kV se realiza mediante una línea aérea simple, conectándose a un apoyo metálico de celosía en el exterior de la subestación.



Aparellaje:

El aparellaje con que se equipa cada posición es el siguiente:

- Posición de línea:
 - Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF₆.
 - Un (1) seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra para conexión a línea.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión a barras en by-pass.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión de barras.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Un (1) transformador de tensión capacitivo.
- Posición de transformador:
 - Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF₆.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión a barras.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia en by-pass.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Tres (3) pararrayos.
- Posición de autotransformador:
 - Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF₆.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión a barras.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia en by-pass.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Tres (3) pararrayos (parque de 220kV)
 - Un (1) transformador de tensión inductivo (parque de 220kV)
- Medida y embarrado principal:
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos, en el embarrado principal.
 - Una (1) barra principal con conductor desnudo de aleación de aluminio.

5.1.2 Sistema de 66 kV

El parque intemperie de 66 kV, propiedad de **Iberdrola Distribución Eléctrica**, tiene una configuración en simple barra, compuesta por las siguientes posiciones:

- Cuatro (4) posiciones de línea L/ Burriana-Moncofar, L/ BP-Oil 1, L/BP-Oil 2 y L/Torreblanca-Benicarló, convencionales de intemperie con interruptor y by-pass con seccionador.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Dos (2) posiciones de transformador T-1 y T-2, convencional de intemperie con interruptor y by-pass con seccionador.
- Dos (2) posiciones de reserva.
- Una (1) posición de medida convencional de intemperie sin interruptor, instalada en el embarrado principal.

Aparellaje:

El aparellaje con que se equipa cada posición es el siguiente:

- Posición de línea:
 - Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF₆.
 - Un (1) seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra para conexión a línea.
 - Un (1) seccionador tripolar para conexión de barras en by-pass.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión de barras.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Un (1) transformador de tensión capacitivo.
- Posición de transformador:
 - Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF₆.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión a barras.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión a barras en by-pass.
 - Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia.
 - Tres (3) transformadores de intensidad.
 - Tres (3) pararrayos.
- Medida y embarrado principal:
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos, en el embarrado principal.
 - Una (1) barra principal con conductor desnudo de aleación de aluminio.

5.1.3 Transformador de potencia

La instalación cuenta con los siguientes transformadores:

- Dos (2) transformadores de potencia (T-1 y T-2) 135/66/22 kV de 60 MVA, de instalación en exterior, aislado en aceite mineral, conexión Yy0/Yd11/Yd11, con regulación en carga.
- Dos (2) transformadores de potencia (T-4 y T-5) 225/21,5 kV de 50 MVA, de instalación en exterior, aislado en aceite mineral, conexión Yd11, con regulación en carga.
- Un (1) autotransformador de potencia (AT-1) 225/138/11 kV de 100 MVA, de instalación en exterior, aislado en aceite mineral, conexión Yd11, y su Unidad de Regulación UR-1 de 100 MVA, de instalación exterior, aislado en aceite mineral, conexión Yy0.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Se disponen pararrayos de tensión nominal 220, 132, 66 y 20 kV, situados cercanos a las bornas de los transformadores.

5.1.4 Sistema de 20 kV

Celdas 20kV:

La instalación de 20 kV presenta una configuración de doble barra partida que se alimenta de los transformadores 220/20 kV (T-4 y T-5) y los transformadores 132/66/20 kV (T-1 y T-2). Está formada por cuatro (4) módulos de celdas normalizadas de ejecución metálica para interior, constituido en total por las siguientes posiciones:

Módulo 3

- Nueve (9) posiciones de línea blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de transformador blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de alimentación a transformador servicios auxiliares blindada de interior sin interruptor.
- Una (1) posición de medida tensión blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de enlace de barras blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de unión de sub-barra A3, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de unión de sub-barra B3, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.

Módulo 4

- Cinco (5) posiciones de línea blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de transformador blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de batería de condensadores blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de medida tensión sub-barra A4, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de medida tensión sub-barra B4, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de enlace de barras blindada de interior con interruptor.
- Dos (2) posiciones de partición de sub-barra A4, blindada de interior con interruptor, instaladas en dos (2) celdas físicas.
- Dos (2) posiciones de partición de sub-barra B4, blindada de interior con interruptor, instaladas en dos (2) celdas físicas.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Módulo 5

- Una (1) posición de transformador blindada de interior con interruptor.
- Ocho (8) posiciones de línea blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de alimentación a transformador servicios auxiliares blindada de interior sin interruptor.
- Una (1) posición de batería de condensadores blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de enlace de barras blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de medida tensión en sub-barra A5, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de medida tensión en sub-barra B5, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de unión de sub-barra A5, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de unión de sub-barra B5, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de partición de sub-barra A5, blindada de interior con interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de partición de sub-barra B5, blindada de interior con interruptor, instalada en una (1) celda física.

Módulo 6

- Una (1) posición de transformador blindada de interior con interruptor.
- Ocho (8) posiciones de línea blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de alimentación a transformador servicios auxiliares blindada de interior sin interruptor.
- Una (1) posición de batería de condensadores blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de enlace de barras blindada de interior con interruptor.
- Una (1) posición de medida tensión en sub-barra A6, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de medida tensión en sub-barra B6, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de unión de sub-barra A6, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de unión de sub-barra B6, blindada de interior sin interruptor, instalada en una (1) celda física.
- Una (1) posición de partición de sub-barra A6, blindada de interior con interruptor, instalada en una (1) celda física.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Una (1) posición de partición de sub-barra B6, blindada de interior con interruptor, instalada en una (1) celda física.

Nota: En la evolución final de la instalación las posiciones de partición y unión de barras que interconectan dos módulos de celdas conforman en conjunto una única posición de partición de barras como función eléctrica compuesta por dos celdas físicas.

Todos los circuitos se conectan al embarrado principal a través de un interruptor automático de corte, excepto los circuitos de servicios auxiliares y los circuitos de medida que se conectan por medio de fusibles calibrados de alto poder de ruptura.

Transformador de Servicios Auxiliares:

Se disponen de tres (3) transformadores de servicios auxiliares, conectados de la siguiente manera:

- Módulo 3: un (1) transformador trifásico de 100 kVA, relación 22/0.220 kV, grupo de conexión Dyn11.
- Módulo 5: un (1) transformador trifásico de 250 kVA, relación 22 kV + 2,5% + 5%/ 0,398-0,230 kV, grupo de conexión Yzn11.
- Módulo 6: un (1) transformador trifásico de 250 kVA, relación 22 kV + 2,5% + 5%/ 0,398-0,230 kV, grupo de conexión Yzn11.

Reactancia de puesta a tierra:

Hay instaladas cuatro (4) reactancias trifásicas de puesta a tierra en la salida de 20 kV de los transformadores de potencia, que servirá para dar sensibilidad a las protecciones de tierra y dotar a las mismas de una misma referencia de tensión, así como para limitar la intensidad de defecto a tierra en el sistema de 20 kV. Están dispuestas de la siguiente manera:

- TZ-1: situada a la salida del terciario del transformador de potencia T-1, de 500 A - 30 segundos.
- TZ-2: situada a la salida del terciario del transformador de potencia T-2, de 1.000 A - 10 segundos.
- TZ-4: situada a la salida del secundario del transformador de potencia T-4, de 1.000 A - 10 segundos.
- TZ-5: situada a la salida del secundario del transformador de potencia T-5, de 500 A - 30 segundos.



Baterías de condensadores:

Se disponen de tres (3) baterías de condensadores, dos de ellas de 7,2 MVAR y otras de 5,4 MVAR conectadas a los módulos de celdas del sistema de media tensión.

5.1.5 Edificios

La instalación cuenta con los siguientes edificios para control y celdas de MT:

- Un (1) edificio de control y celdas, con las siguientes salas:
 - Sala para módulo 3 de celdas 20kV.
 - Sala para módulo 4 de celdas de 20kV.
 - Sala de bastidores.
 - Sala de Control.
 - Sala de Servicios Básicos.
 - Sala de Comunicaciones.
- Un (1) edificio prefabricado para celdas de los módulos 5 y 6.
- Una (1) torre de desmontaje.
- Un (1) edificio usado antiguamente para celdas de 20kV.
- Un (1) edificio de almacén.
- Un (1) edificio de oficinas de mantenimiento de.
- Una (1) caseta de control y comunicaciones de REE.

La disposición en planta de las edificaciones puede verse en el documento nº 4 "Planos".

5.2 RENOVACIÓN PREVISTA

5.2.1 Sistema de 132 kV

Se va proceder a la renovación de todas las posiciones de 132kV, retirando todos los equipos existentes e instalando nuevos equipos conjunto híbrido SF6 (HIS), manteniendo la configuración de simple barra.

Además, se desmontará la conexión entre el parque de 220kV y el de 132kV que actualmente se realiza mediante una línea aérea simple, instalando cable aislado de 132kV usando las galería visitables existentes y ejecutando nuevos canales.

Posiciones de línea (L/ Benicassim-Oropesa, L/ Serrallo-La Plana y L/La Plana)

Se retiran los siguientes equipos:

- Tres (3) interruptores automáticos, tripolares, de corte en SF6.
- Tres (3) seccionadores tripolares con cuchillas de puesta a tierra para conexión a línea.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Tres (3) seccionadores tripolares de conexión a barras en by-pass.
- Tres (3) seccionadores tripolares de conexión de barras.
- Nueve (9) transformadores de intensidad.

Se añaden los siguientes equipos:

- Tres (3) conjuntos híbridos SF6 (HIS).
- Nueve (9) pararrayos.

Posiciones de Transformador (T-1 y T-2)

Se retiran los siguientes equipos:

- Dos (2) interruptores automáticos, tripolares, de corte en SF6.
- Dos (2) seccionadores tripolares de conexión a barras.
- Dos (2) seccionadores tripolares de conexión al transformador de potencia.
- Dos (2) seccionadores tripolares de conexión al transformador de potencia en by-pass.
- Seis (6) transformadores de intensidad.

Se añaden los siguientes equipos:

- Dos (2) conjuntos híbridos SF6 (HIS).
- Seis (6) pararrayos.

Posición autotransformador AT-1 (Parque 132kV)

Se retiran los siguientes equipos:

- Un (1) interruptor automático, tripolar, de corte en SF6.
- Un (1) seccionador tripolar de conexión a barras.
- Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia.
- Un (1) seccionador tripolar de conexión al transformador de potencia en by-pass.
- Tres (3) transformadores de intensidad.
- Un (1) transformador de tensión inductivo (parque de 220kV)

Se añaden los siguientes equipos:

- Un (1) conjunto híbrido SF6 (HIS).
- Tres (3) pararrayos.
- Tres (3) terminales exteriores para cable aislado.
- Tres (3) terminales exteriores para cable aislado (parque de 220kV)



Medida y embarrado principal:

Se retiran los tres (3) transformadores de tensión inductivos, situados bajo el embarrado principal, y se instalan tres (3) nuevos transformadores de tensión inductivos normalizados en el extremo del embarrado de 132kV.

Así mismo, se renueva la barra principal con conductor desnudo de aleación de aluminio de un solo vano, por barra de tubo de aluminio en tres vanos.

5.2.2 Sistema de 66 kV

Se va proceder a la renovación de todas las posiciones de 66kV, retirando todos los equipos existentes e instalando nuevos equipos conjunto híbrido SF6 (HIS), manteniendo la configuración de simple barra.

Posición Línea (L/ Burriana-Moncofar, L/ BP-Oil 1, L/BP-Oil 2 y L/Torreblanca-Benicarló)

Se retiran los siguientes equipos:

- Cuatro (4) interruptores automáticos, tripolar, de corte en SF6.
- Cuatro (4) seccionadores tripolares con cuchillas de puesta a tierra para conexión a línea.
- Cuatro (4) seccionadores tripolares para conexión de barras en by-pass.
- Cuatro (4) seccionadores tripolares de conexión de barras.
- Doce (12) transformadores de intensidad.

Se añaden los siguientes equipos:

- Cuatro (4) conjuntos híbridos SF6 (HIS).
- Doce (12) pararrayos.

Posición Transformador (T-1 y T-2)

Se retiran los siguientes equipos:

- Dos (2) interruptores automáticos, tripolares, de corte en SF6.
- Dos (2) seccionadores tripolares de conexión a barras.
- Dos (2) seccionadores tripolares de conexión a barras en by-pass.
- Dos (2) seccionadores tripolares de conexión al transformador de potencia.
- Seis (6) transformadores de intensidad.

Se añaden los siguientes equipos:

- Dos (2) conjuntos híbridos SF6 (HIS).



- Seis (6) pararrayos.

Medida y embarrado principal:

Se renueva la barra principal con conductor desnudo de aleación de aluminio de un solo vano, por barra de tubo de aluminio en cuatro vanos.

5.2.3 Transformador de potencia

Se sustituye el actual autotransformador AT-1 y su unidad de regulación UR-1, en baño de aceite, de instalación en exterior, existente, por un nuevo autotransformador, con las siguientes características:

- Un (1) autotransformador de potencia trifásico, en baño de aceite, de instalación exterior con relación de transformación 220/132/21 kV y 225 MVA de potencia.

La ubicación de este nuevo transformador AT-1 será en una nueva bancada de transformador en la posición AT-1 en el parque de intemperie de 220kV.

Se mantienen los pararrayos existentes de 220 y 132kV.

5.2.4 Edificios

Se instalarán los nuevos armarios de control de las posiciones de 132kV y 66kV a renovar, en el edificio de control y celdas, en la sala de servicios básicos, que será acondicionada para tal efecto.

5.3 INSTALACIÓN DESPUES DE LA RENOVACIÓN

5.3.1 Sistema de 132 kV

El parque intemperie de 132 kV, propiedad de **Iberdrola Distribución Eléctrica**, mantiene una configuración en simple barra, compuesta por las siguientes posiciones:

- Tres (3) posiciones de línea L/ Benicassim-Oropesa, L/ Serrallo-La Plana y L/La Plana, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Dos (2) posiciones de transformador de potencia T-1 y T-2, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Una (1) posición de autotransformador de potencia AT-1, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Una (1) posición de medida convencional de intemperie sin interruptor, instalada en el embarrado principal.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

En la posición de autotransformador AT-1, la conexión entre el parque de 220kV y el de 132kV se realiza mediante cable aislado de 132kV, dentro de la parcela de la subestación.

Aparellaje:

El aparellaje con que se equipa cada posición es el siguiente:

- Posición de línea:
 - Un (1) conjunto híbrido SF6 (HIS).
 - Un (1) transformador de tensión capacitivo.
 - Tres (3) pararrayos.
- Posición de transformador:
 - Un (1) conjunto híbrido SF6 (HIS).
 - Tres (3) pararrayos.
- Posición de autotransformador:
 - Un (1) conjunto híbrido SF6 (HIS).
 - Tres (3) pararrayos (parque de 132kV).
 - Tres (3) terminales exteriores para cable aislado de 132kV (parque de 132kV).
 - Tres (3) terminales exteriores para cable aislado de 132kV (parque de 220kV).
 - Tres (3) pararrayos (parque de 220kV).
- Medida y embarrado principal:
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos, en el embarrado principal.
 - Una (1) barra principal con tubo de aluminio.

5.3.2 Sistema de 66 kV

El parque intemperie de 66 kV, propiedad de **Iberdrola Distribución Eléctrica**, mantiene una configuración en simple barra, compuesta por las siguientes posiciones:

- Cuatro (4) posiciones de línea L/ Burriana-Moncofar, L/ BP-Oil 1, L/BP-Oil 2 y L/Torreblanca-Benicarló, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Dos (2) posiciones de transformador T-1 y T-2, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Dos (2) posiciones de reserva.
- Una (1) posición de medida convencional de intemperie sin interruptor, instalada en el embarrado principal.

Aparellaje:

El aparellaje con que se equipa cada posición es el siguiente:



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Posición de línea:
 - Un (1) conjunto híbrido SF6 (HIS).
 - Tres (3) pararrayos.
 - Un (1) transformador de tensión capacitivo.
- Posición de transformador:
 - Un (1) conjunto híbrido SF6 (HIS).
 - Tres (3) pararrayos.
- Medida y embarrado principal:
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos, en el embarrado principal.
 - Una (1) barra principal con tubo de aluminio.

5.3.3 Transformador de potencia

Finalmente, la instalación contará con los siguientes transformadores:

- Dos (2) transformadores de potencia (T-1 y T-2) 135/66/22 kV de 60 MVA, de instalación en exterior, aislado en aceite mineral, conexión Yy0/Yd11/Yd11, con regulación en carga.
- Dos (2) transformador de potencia (T-4 y T-5) 225/21,5 kV de 50 MVA, de instalación en exterior, aislado en aceite mineral, conexión Yd11, con regulación en carga.
- Un (1) autotransformador de potencia trifásico, en baño de aceite, de instalación exterior con relación de transformación 220/132/21 kV y 225 MVA, conexión YNa0 d11, con regulación en carga, con relé limitador de sobrecorriente a 100MVA.

Se disponen pararrayos de tensión nominal 220, 132, 66 y 20 kV, situados cercanos a las bornas de los transformadores.

5.3.4 Sistema de 20 kV

La instalación de 20 kV no sufre ninguna modificación por la ampliación y renovación, manteniendo una configuración de doble barra partida que se alimenta de los transformadores 220/20 kV (T-4 y T-5) y los transformadores 132/66/20 kV (T-1 y T-2), formada por cuatro (4) módulos de celdas normalizadas de ejecución metálica para interior.

5.3.5 Edificios

La instalación contará con los siguientes edificios para control y celdas de MT:

- Un (1) edificio de control y celdas, con las siguientes salas:
 - Sala para módulo 3 de celdas 20kV.
 - Sala para módulo 4 de celdas de 20kV.
 - Sala de bastidores.
 - Sala de Control.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Sala de armarios de posiciones de 132kV y 66kV
- Sala de Comunicaciones.
- Un (1) edificio prefabricado para celdas de los módulos 5 y 6.
- Una (1) torre de desmontaje.
- Un (1) edificio usado antiguamente para celdas de 20kV.
- Un (1) edificio de almacén.
- Un (1) edificio de oficinas de mantenimiento de.
- Una (1) caseta de control y comunicaciones de REE.

5.4 RESTO DE INSTALACIONES

Además de los circuitos y elementos principales descritos en los anteriores apartados, también se cuenta en la instalación de los correspondientes aparatos de medida, mando, control, protección y comunicaciones necesarios para la adecuada explotación de la instalación, y los sistemas de distribución de servicios auxiliares en corriente alterna y corriente continua desde los respectivos equipos rectificadores-batería.

Por sus características, estos aparatos son de instalación interior, y para su control y fácil maniobrabilidad, se han ubicado en cuadros y armarios situados en el edificio de control y comunicaciones.



6. SISTEMAS DE ALTA TENSIÓN

6.1 SISTEMA DE 132KV

6.1.1 Conjuntos módulo híbrido HIS SF6

A continuación se enumeran los módulos Híbrido (HIS) a instalar:

- Tres (3) módulos para las posiciones de línea L/ Benicassim-Oropesa, L/ Serrallo-La Plana y L/La Plana, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Dos (2) módulos para las posiciones de transformador de potencia T-1 y T-2, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Un (1) modulo para la posición de autotransformador de potencia AT-1, tipo HIS de intemperie con interruptor.

Cada módulo híbrido HIS, con aislamiento en SF6, será encapsulado de exterior para conexión en simple barra. Formado por elementos unipolares y tripolares, en los cuales la aparamenta de corte será siempre de acción tripolar, provisto de aisladores pasatapas SF6-Aire para la conexión de barras a las posiciones, conteniendo las funciones de seccionadores de barras y puesta a tierra, interruptor y transformador de intensidad.

En particular las diferentes posiciones están constituidas por:

- Módulo HIS para posición de Transformador:
 - Un (1) interruptor automático
 - Un (1) seccionador de aislamiento de tres posiciones
 - Tres (3) transformadores de intensidad toroidales
 - Seis (6) terminales de intemperie (bushing)

Las características eléctricas más esenciales son:

- Tensión de aislamiento nominal..... 145 kV
- Tensión de servicio 132 kV
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz durante 1 minuto 275 kV
 - Tensión de ensayo a impulso tipo rayo, onda 1,2/50 μ s..... 650 kV
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:
 - Tensión de ensayo a 50 Hz durante 1 minuto 315 kV



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo, onda 1,2/50 μ s..... 750 kV
- Intensidad nominal de barras..... 2.500 A
- Intensidad admisible de corta duración (1 s)..... 40 kA (Val. Eficaz)
- Intensidad admisible (valor cresta) 100 kA

Características de los elementos que lo componen:

Interruptor

- Tensión nominal 145 kV
- Tensión de servicio 132 kV
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Nº de polos 3
- Intensidad nominal 2500 A
- Poder de corte en cortocircuito 40 kA / 3s
- Extinción del arco SF6
- Secuencia de maniobra O-0,3s-CO-3min-CO

Seccionadores de aislamiento y puesta a tierra

- Tensión nominal 145 kV
- Tensión de servicio 132 kV
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Intensidad nominal 2500 A
- Poder de corte en cortocircuito 40 KA / 3s
- Tipo de Mando..... Motorizado

Transformadores de intensidad

- Tensión nominal 145 kV
- Tensión de servicio nominal 132 kV
- Relación de transformación línea..... 400-800/5-5-5 A
- Relación de transformación transformador..... 300-600/5-5-5 A
- Relación de transformación auto-transformador..... 600-1200/5-5-5 A



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Potencias y clases de precisión
 - Arrollamiento de medida 30 VA Cl. 0,5
 - Arrollamiento de protección..... 50 VA 5P20
 - Arrollamiento de protección..... 50 VA 5P20
 - Arrollamiento de medida frontera10 VA Cl. 0,2s

Terminales SF 6 -Aire

Las principales características de estos terminales bushing serán:

- Tipo de aislamiento externo: polimérico hidrófobo
- Intensidad Nominal 2500 A
- Nivel de polución (IEC 60815-1) Clase d
- Distancia mínima de fuga 43,3 mm/kV
- Carga de prueba en voladizo Clase II, 4.000 N
- Carga de operación en voladizo Clase II, 3.000 N

Cada conjunto híbrido HIS (SF₆) contará con 6 terminales.

6.1.2 Pararrayos

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado en cada una de las dos posiciones de transformador y de las tres posiciones de línea, el montaje de un juegos de tres pararrayos conectados en derivación de la conexión de 132 kV.

Las características principales de estos pararrayos son las siguientes:

- Tensión asignada 132 kV
- Tensión máxima de servicio continuo 106 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 µs) 10 kA
- Clase de descarga..... 3
- Tensión residual a impulsos tipo rayo (10 kA 8/20 µs) ≤ 320 kV
- Tensión residual a impulsos tipo maniobra ≤ 290 kV

Los pararrayos a utilizar serán de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica.

Se instalarán un total de dieciocho (18) pararrayos en 132 kV, tres por cada posición.



6.2 SISTEMA DE 66KV

6.2.1 Conjuntos módulo híbrido HIS SF6

A continuación se enumeran los módulos Híbrido (HIS) a instalar:

- Cuatro (4) módulos para las posiciones de línea L/ Burriana-Moncofar, L/ BP-Oil 1, L/BP-Oil 2 y L/Torreblanca-Benicaló, tipo HIS de intemperie con interruptor.
- Dos (2) módulos para las posiciones de transformador T-1 y T-2, tipo HIS de intemperie con interruptor.

Las características eléctricas principales son:

- Tensión de aislamiento asignada 72,5 kV
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Nivel de aislamiento a tierra y entre polos:
 - Tensión soportada a 50 Hz durante 1 minuto 140 kV
 - Tensión soportada a impulso tipo rayo, onda 1,2/50 microsegundos 325 kV
- Nivel de aislamiento sobre la distancia de seccionamiento:
 - Tensión soportada a impulso tipo rayo, onda 1,2/50 microsegundos..... 375 kV
- Intensidad nominal de barras..... 2.000 A
- Intensidad admisible de corta duración (1 s)..... 25 kA (Val. Eficaz)
- Intensidad admisible (valor cresta) 62,5 kA

A continuación se describen las características de los elementos que lo componen:

6.2.1.1 Seccionador de aislamiento

- Tensión de aislamiento asignada..... 72,5 kV
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Intensidad nominal 2000 A
- Poder de corte en cortocircuito 25 KA / 3s
- Tipo de Mando..... Motorizado

6.2.1.2 Interruptor

- Tensión de aislamiento asignada..... 72,5 kV
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Frecuencia nominal 50 Hz
- Nº de polos 3
- Intensidad nominal 2000 A



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Poder de corte en cortocircuito 25 kA / 3s
- Extinción del arco SF6
- Secuencia de maniobra O-0,3s-CO-3min-CO

6.2.1.3 Transformadores de intensidad

- Tensión de aislamiento asignada..... 72,5 kV
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Intensidad nominal 2000 A
- Intensidad nominal primario..... 600 A
- Intensidad nominal primer secundario 5 A
- Intensidad nominal segundo secundario..... 5 A
- Tipo Bushing
- Valor máximo en el devanado secundario 2,4 Ω
- Relación de transformación posiciones de línea. 300-600/5-5-5 A
- Relación de transformación posición de transformador 400-800/5-5-5 A
- Potencias y clases de precisión
 - Primer arrollamiento combinado de medida 20VA Cl. 0,5
 - Segundo y tercer arrollamiento de protección 20 VA Cl. 5P20

6.2.2 Pararrayos

Para proteger la instalación contra las sobretensiones de origen atmosférico, o las que por cualquier otra causa pudieran producirse, se ha proyectado, en las cuatro posiciones de línea y en las dos posiciones de transformador, el montaje de un juego de tres (3) pararrayos conectados en derivación de la conexión de 66 kV. En las posiciones del transformador, se montarán lo más cerca posible a las bornas de los transformadores de potencia.

Las características principales de estos pararrayos son las siguientes:

- Tensión servicio nominal de la red..... 66 kV
- Tensión de asignada 66 kV
- Tensión máxima de servicio continuo 53 kV
- Intensidad nominal de descarga (onda 8/20 μ s) 10 kA
- Clase de descarga..... 2
- Tensión residual a impulsos tipo rayo (10 kA 8/20 microseg..) \leq 180 kV
- Tensión residual a impulsos tipo maniobra \leq 140 kV

Los pararrayos a utilizar serán de óxidos metálicos sin explosores con envoltorio polimérica.



7. TRANSFORMACIÓN

7.1 AUTOTRANSFORMADOR 228 / 136,27 / 21,5 KV

Para la transformación de 220/132 kV se ha previsto la sustitución del autotransformador existente por uno nuevo, trifásico en baño de aceite, tipo intemperie.

Las características técnicas y constructivas esenciales del nuevo autotransformador son:

- Tipo Autotransformador
- Tipo transformador Trifásico intemperie
- Relación de transformación 228 / 136,27 / 21,5 KV
- Grupo de conexión YNa0 d11
- Refrigeración ONAN / ONAF1 / ONAF2
- Potencia nominal 225 MVA
- Tipo de servicio Continuo exterior
- Frecuencia 50 Hz

Los bobinados de los transformadores serán calculados para los siguientes niveles de aislamiento:

- Tensión de ensayo soportada a onda plena 1,2/50 μ s (valor cresta):
 - Primario..... 850 kV
 - Secundario..... 550 kV
 - Terciario..... 170 kV
 - Neutro del primario..... 250 kV

Los transformadores van provistos de regulación de tensión en carga accionada por motor mediante varias tomas situadas en el devanado secundario (132 kV). Características regulación de tensión:

- AT 228.000 V
- BT 136.275 +9x1,725 V
- Tensión por escalón 1.725 V
- Número de posiciones en servicio 19

La refrigeración de los transformadores es ONAN/ONAF mediante radiadores adosados a la cuba, con independización mediante válvulas, y motoventiladores accionados por termostato.

Tanto en las fases de 220 kV así como en las fases de 132 kV, llevará incorporados transformadores de intensidad tipo "Bushing", de las siguientes características:



Transformador 220/132 kV de 225 MVA:

- En A.T:
 - 3 T/i (Medida) relación 800/5 A, 10 VA., CL. 0,2s
 - 3 T/i (Protección) relación 800/5 A, 50 VA., 5P20
 - 1 T/i (Imagen térmica) relación 600/2 A, 15 VA., CL. 3
- En B.T:
 - 3 T/i (Medida) relación 1500/5 A, 10 VA., CL. 0,2s
 - 3 T/i (Protección) relación 1500/5 A, 50 VA., 5P20
 - 1 T/i (Imagen térmica) relación 1500/5 A, 15 VA., CL. 3
- En Terciario:
 - 1 T/i tipo BM relación 1000/5 A, 50 VA., 5P20

Las protecciones propias del autotransformador constan del siguiente equipamiento:

- Relé Buchholz (63B) de dos flotadores con contactos de alarma y disparo.
- Relé Buchholz Jansen (63RS) con contacto de disparo.
- Liberador de presión en el transformador (63L) con contactos de alarma.
- Nivel de aceite del autotransformador (63NT) con dos contactos de alarma, máximo y mínimo.
- Nivel de aceite del regulador (63NR) con dos contactos de alarma, máximo y mínimo.
- Termostato con contacto de alarma de temperatura 1º nivel.
- Termómetro de contacto (26) indicador de temperatura del aceite del transformador con cuatro contactos ajustables, dos destinados al control de la refrigeración y otro a la alarma de temperatura 2º nivel.
- Sonda indicadora de temperatura del transformador tipo PT-100.



8. CARACTERÍSTICAS GENERALES

8.1 AISLAMIENTO

Los materiales que se emplearán en la ejecución de esta instalación serán adecuados y tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado para los aparatos se detallan en el apartado 1 del documento Anexo 1 “Cálculos Eléctricos”, excepto el transformador.

Para los aislamientos no regenerativos del transformador se han reducido los valores máximos según los valores indicados en el apartado 7.1.

8.2 DISTANCIAS MÍNIMAS

Las distancias mínimas que se adoptarán se detallan en el apartado 2 del documento Anexo 1 “Cálculos Eléctricos”.



9. ESTRUCTURA METÁLICA, EMBARRADOS Y AISLADORES

9.1 ESTRUCTURA METÁLICA

9.1.1 Características generales estructura metálica

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

Para el desarrollo y ejecución de la instalación proyectada es necesario el montaje de una estructura metálica que sirva de apoyo y soporte de la aparamenta.

Toda la estructura metálica prevista será sometida a un proceso de galvanizado en caliente, una vez construida, con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se completan con herrajes y tornillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

Las cimentaciones necesarias para el anclaje de las estructuras se proyectarán teniendo en cuenta los esfuerzos aplicados, para asegurar la estabilidad al vuelco en las peores condiciones.

Los tipos de acero empleados para la construcción de estructuras metálicas, se establecen en función de sus características mecánicas y se identifican mediante un número que indica el valor mínimo garantizado del límite elástico expresado en N/mm².

En nuestro caso la estructura metálica empleada estará constituida por perfiles tubulares y en alma llena del tipo S-275-JR.

La designación de los aceros laminados en caliente para perfiles estructurales de uso general se indica en la Norma UNE-EN 10025.

En la tabla siguiente se recogen las designaciones aplicables a los aceros, utilizados para la fabricación de los perfiles estructurales de uso general, certificados y su correspondencia con normas anteriores, ya fuera de uso.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Designación		Estado de desoxidación	Sub-grupo ²⁾	Límite elástico mínimo, R _{eH} , en N/mm ² ¹⁾							
Según	Según			Espesor nominal, en milímetros							
EN 10027-1 y ECISIC-10	EN 10027-2			≤ 16	> 16	> 40	> 63	> 80	> 100	> 150	> 200
				≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 150	≤ 200	≤ 250	
S275JR	1.0044	FN	BS	275	265	255	245	235	225	215	205

1) Los valores dados en la tabla se aplican a probetas longitudinales, "l", del ensayo de tracción. Para chapas bandas, planos ancho y bandas de anchura ≥ 600mm, se utiliza probeta transversal, "t". 2) BS = Aceros de base; QS = Aceros de calidad. 3) Sólo se fabrica en espesores normales ≤ 25mm. 4) No se aplica a: los perfiles U, los angulares y los perfiles comerciales. * A elección del fabricante

En todo caso, debe tenerse en cuenta que las únicas designaciones en vigor son las recogidas en la Norma UNE-EN 10025, según las especificaciones dadas en la Norma UNE-EN 10027 Parte 1 y en la Circular Informativa ECISIC 10 (CR 10260). Las designaciones actualmente en vigor figuran en la última columna de la tabla siguiente.

Designaciones			
Anteriores (fuera de uso)			Actual (en vigor)
UNE 36080:1973	UNE 36080:1985	UNE 36080:1990	UNE-EN 10025:1994
A 37 b	AE 235 B	Fe 360 B	S 235 JR
-	AE 235 B FN	Fe 360 B FN	S 235 JRG2
A 37 c	AE 235 C	Fe 360 C	S 235 JO
A 44 b	AE 275 B	Fe 430 B	S 275 JR
A 44 c	AE 275 C	Fe 430 C	S 275 JO
A 52 b	AE 355 B	Fe 510 B	S 355 JR
A 52 c	AE 355 C	Fe 510 C	S 355 JO
A 52 d	AE 355 D	Fe 510 D	S 355 J2G3

Mediante la certificación se verifica el cumplimiento de las características siguientes:

- Composición química, conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Características mecánicas (límite elástico, resistencia a tracción y alargamiento de rotura), conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Resiliencia, conforme a la Norma UNE-EN 10025.
- Características geométricas, dimensionales, de forma y peso, conforme a la norma de producto correspondiente en cada caso.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

El fabricante de perfiles estructurales de uso general licenciario de la Marca AENOR de producto certificado, garantiza que los perfiles suministrados cumplen todas las condiciones que, para la correspondiente clase de acero, se especifican en la Norma UNE-EN 10025 y en la pertinente norma de producto. Esta garantía se materializa mediante el marcado de los productos.

9.1.2 Estructura metálica necesaria en la instalación

En concreto la estructura metálica necesaria para el sistema de 132 kV de la instalación consta en esencia de:

- Un soporte para montaje de tres transformadores de tensión inductivos de barras de 132 kV.
- Tres soportes para montaje de tres aisladores de barras en 132 kV.
- Doce soportes para montaje de pararrayos de 132kV.
- Seis soportes para montaje de aisladores y pararrayos de 132kV.
- Dieciocho soportes para montaje de aisladores de 132kV.

Para el sistema de 66 kV se necesitarán:

- Cuatro soportes para montaje de tres aisladores de barras en 66 kV.
- Doce soportes para montaje de aisladores y pararrayos de 66kV.
- Veinticinco soportes para montaje de aisladores de 66kV.

En el documento nº 4 "Planos", se acompañan los planos de implantación, planta y secciones generales de 220, 132 Y 66 kV, en los que se refleja la disposición que se ha dado al conjunto de la instalación.

9.2 EMBARRADOS

9.2.1 Descripción general y características de diseño

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



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

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

- Sistema de 132 kV:
 - Intensidad nominal de la instalación: 263 A por transformadores T-1 y T-2 y 581 A como intensidad máxima de diseño de las líneas de alimentación típicas en 132 kV con conductor LA-280 HAWK (242-AL1/39-ST1A).
 - Intensidad nominal de diseño: 800 A
 - Intensidad de cortocircuito existente (I_{cc}): 21,9 kA.
 - Intensidad de cortocircuito de diseño: 40 kA.

- Sistema de 66 kV:
 - Intensidad nominal de la instalación: 438 A por transformadores T-1 y T-2, y 581 A como intensidad máxima de diseño de las líneas de alimentación típicas en 66 kV con conductor LA-180 (147-AL1/34-ST1A).
 - Intensidad nominal de diseño: 800 A
 - Intensidad de cortocircuito existente (I_{cc}): 18,3 kA.
 - Intensidad de cortocircuito de diseño: 25 kA.

9.2.2 Embarrados de 132 kV

Las semibarras principales de 132 kV estarán constituidas por tubo de aleación de aluminio, de 100/90 mm de diámetro, equivalente a 1.495 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 2.230 A.

Estas barras tubulares irán soportadas por un juego de tres aisladores rígidos en uno de los extremos de cada semibarra soportados por una única estructura, mientras que en el otro extremo se utilizarán los aisladores de los seccionadores que conforman la posición de partición. Se instalará cable amortiguador en el interior del tubo.

Los puentes entre la aparamenta de las posiciones de línea, transformador y partición de barras, y sus conexiones con su correspondiente semibarra se realizarán con cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo Arbutus, de 26,04 mm de diámetro, equivalente a 402,8 mm² de sección nominal, admitiendo un paso de corriente permanente de 800 A.

La distancia mínima adoptada entre ejes de fase es de 2,5 m.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

La conexión entre el parque de 132kV y 220kV se realizara mediante una terna de cable unipolar aislado y terminales rígidos, que proporcionan una intensidad máxima de 1.050 A por fase después de aplicarle los coeficientes correctores correspondientes a tipo de instalación y agrupación de ternas. Sus principales características las siguientes:

CARACTERÍSTICAS del CABLE	
Designación (código)	RHZ1-RA-2OL (AS) 76/132 kV 1x1200 K Al + T420 (56 46 274)
Tensión nominal (kV)	132
Tensión nominal más elevada (kV)	145
Material del conductor	Aluminio
Sección del conductor (mm ²)	1200
Material del aislamiento	XLPE
Espesor nominal mínimo del aislamiento (mm)	16
Tipo de pantalla metálica	Tubo de aluminio
Sección de la pantalla (mm ²)	420
Material de la cubierta exterior	Poliiolefina (DMZ2)
Espesor de la cubierta exterior (mm)	3,8
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250
Tiempo de cortocircuito (s)	1,2
Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor (kA)	100
Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla (kA)	40

Se dispondrá de un terminal unipolar por fase, de tipo exterior, de paso aéreo a subterráneo, cuyas características principales son las que aparecen a continuación.

CARACTERÍSTICAS del TERMINAL EXTERIOR	
Designación (código)	TE/145-1200 Al (5684543)
Tensión nominal (kV)	132
Tensión nominal más elevada (kV)	145
Nivel de polución (según IEC 60815)	Clase d ($\geq 43,7 \text{ kV}_{\text{fase-tierra}} \approx 25 \text{ kV}_{\text{fase-fase}}$)



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Envolvente	Polimérica
Material del conductor	Aluminio
Sección del conductor (mm ²)	1200

9.2.3 Embarrados de 66 kV

Las semibarras principales de 66 kV estarán constituidas por tubo de aleación de aluminio, de 80/64 mm de diámetro, equivalente a 1.809 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 2.340 A.

Estas barras tubulares irán soportadas por un juego de tres aisladores rígidos en uno de los extremos de cada semibarra soportados por una única estructura. Se instalará cable amortiguador en el interior del tubo.

Los puentes entre la aparamenta de las posiciones de línea, transformador y partición de barras, y sus conexiones con su correspondiente semibarra se realizarán con cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo Arbutus, de 26,04 mm de diámetro, equivalente a 402,8 mm² de sección nominal, admitiendo un paso de corriente permanente de 800 A.

En los puntos donde el cable desnudo recorra una distancia considerable se montará un aislador rígido donde apoyará el cable de tal manera que se reduzca la flecha del vano generado.

La distancia mínima adoptada entre ejes de fase es de 2 m.

9.2.4 Aisladores soporte para 132 kV

Los embarrados rígidos, principales y secundarios, se sustentan sobre aisladores soporte del tipo columna, de las siguientes características:

- TipoC8-650
- Tensión de aislamiento asignada 145 kV
- Tensión de servicio nominal 132 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz275 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s650 kV cresta
- Carga de rotura a flexión4.000 N
- Carga de rotura a torsión3.000 Nm

El número de aisladores soporte a instalar es de cuarenta y ocho (48).



9.2.5 Aisladores soporte para 66 kV

Los embarrados rígidos, principales y secundarios, se sustentan sobre aisladores soporte del tipo columna, de las siguientes características:

- Tipo C4-325
- Tensión de aislamiento asignada 72,5 kV
- Tensión de servicio nominal 66 kV
- Tensión de ensayo 1 minuto 50 Hz 140 kV
- Tensión de ensayo a impulso tipo rayo onda 1,2/50 μ s 325 kV cresta
- Carga de rotura a flexión 4.000 N
- Carga de rotura a torsión 2.000 Nm

El número de aisladores soporte a instalar es de cincuenta y ocho (58).

9.2.6 Piezas de conexión

Las uniones entre bornas de la aparamenta y conductores, así como las derivaciones de los embarrados, se realizarán mediante piezas de aleación de aluminio, de geometría adecuada y diseñadas para soportar las intensidades permanentes y de corta duración previstas sin que existan calentamientos localizados. Su tornillería será de acero inoxidable y quedará embutida en la pieza para evitar altos gradientes de tensión.

Con el fin de absorber las variaciones de longitud que se produzcan en los embarrados por efecto de cambio de temperaturas, se instalarán piezas de conexión elásticas, en los puntos más convenientes, que permitan la dilatación de los tubos sin producir esfuerzos perjudiciales en las bornas de la aparamenta.

También se instalarán en barras y salidas de líneas donde el conductor este en vertical puntos (estribos) para la conexión de tierras portátiles.

En el sistema de baja tensión de los transformadores de potencia, en las zonas en las que se utilice conductor desnudo, se utilizarán uniones de aleación de cobre con tornillería de acero inoxidable sin embutir y que cumplan las características indicadas anteriormente.



10. RED DE TIERRAS

La malla de tierra inferior existente está enterrada a la cota -0,70 y está formada por cable de cobre de 10,85 mm de diámetro.

Tras el análisis de red (obtenidos a partir de modelos de la red, tratados informáticamente, en las condiciones más desfavorables), se determina que tras la reforma objeto de este proyecto, la corriente de cortocircuito monofásica estará en torno a 29,47 kA, estando dicho valor por debajo del valor de diseño original de la malla, de lo cual se deduce que no es necesario ningún cambio en lo que al dimensionamiento de la malla se refiere.

Dicha malla de tierra tiene un funcionamiento óptimo desde el punto de vista térmico y de elevación de tensión en el terreno (para el cumplimiento del “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” y sus Instrucciones Técnicas Complementarias) para el diseño actual de la red.

Los únicos cambios que se realizarán en la malla de tierra son:

- Reubicación de las tiradas que pudieran tener algún tipo de solape con las nuevas cimentaciones proyectadas.
 - En este caso, se utilizarán cables de las mismas características existentes.
 - Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.
- Conexión a tierra de las nuevas estructuras y equipos previstos a ser montados (para cumplimentando la Instrucción Técnica Complementaria ITC – RAT 13).
 - Para estas conexiones se usarán cables de cobre de 95 mm² se sección, conectados.
 - Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas de la aparamenta mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 °C en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión.
 - En cuanto a las uniones enterradas, se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Tras la ejecución de las obras y de manera previa a la puesta en servicio, se realizará una medición de las tensiones de paso y contacto para garantizar que dichos valores, en caso de intensidad drenada en el terreno por el hecho de una falta, no supere en ningún punto las tensiones de paso y de contacto admitidas por el Reglamento (ITC - RAT 13)

En el documento nº 4 “Planos” del presente proyecto puede verse un plano con la red de tierras.



11. CUADROS DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

11.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La instalación dispone de un sistema integrado de protecciones y control (SIPCO), que engloba las siguientes funciones:

- Control local de la instalación.
- Registro de alarmas y oscilografía.
- Adquisición de datos para el telemando (alarmas, estados, órdenes).
- Remota de telemando.

El mando y control de la subestación transformadora, así como los equipos de protección y automatismo, se instalarán en armarios ubicados en la sala de control del edificio.

11.2 UNIDADES DE CONTROL

El Sistema Integrado de Protecciones y Control (SIPCO) será de tipo digital y de configuración distribuida, estando formado por los siguientes elementos:

- Unidad de Control de Subestación (UCS) dispuesta en un armario de chapa de acero, en el que se ubicarán, además de la unidad de control propiamente dicha, una pantalla y un teclado en el frente, un reloj de sincronización GPS, una unidad de control para la adquisición de las señales de los servicios auxiliares y una bandeja para la instalación de los módem de comunicación tanto con el Telemando como con las consolas remotas y puesto de adquisición de protecciones a través de RTC (Red Telefónica Conmutada).
- Una Unidad de Control de Posición (UCP) por cada posición de 132 y 66 kV: línea, transformador. Estas UCPs tendrán funciones de control y medida, están constituidas por un rack de 19" y van alojadas en armarios en la sala de control del edificio.
- Una Unidad de Control de Servicios Generales (UCP) incorporada en la UCS en la que se centralizan y recogen las señales de tipo general de la subestación y las asociadas a los cuadros de servicios auxiliares y equipos rectificador-batería.

Las comunicaciones entre las diferentes UCP's y la UCS correspondiente se realizarán a través de una estrella óptica con fibra de cristal multimodo de 62,5/125 μm .



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Desde cada UCP se podrá controlar y actuar localmente 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.

11.3 PROTECCIONES

11.3.1 Sistema de 132kV

11.3.2 Posición de Auto transformador 1:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-51) con reenganche y vigilancia de bobinas incorporados.
- Relé de vigilancia de bobinas.

11.3.3 Auto transformador 1:

- Se mantendrán las actuales protecciones para la máquina, siendo las siguientes:
- Dos protecciones diferenciales de transformador (87) de dos devanados, con frenado porcentual por armónicos, filtrado para corriente de neutro y función de imagen térmica incorporada.
- Relé para regulación automática de tensión (90/70) en carga del transformador con supervisión de las tomas del conmutador de tomas del transformador.
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50TZ-51G) para la protección instantánea de la reactancia de puesta a tierra y protección temporizada de neutro de reserva para faltas en el cable de potencia desde las bornas de baja del transformador hasta la posición de entrada de celdas.

11.3.4 Posición de transformador 4 y 5:

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-51) con reenganche y vigilancia de bobinas incorporados.
- Relé de vigilancia de bobinas.

11.3.5 transformador 4 y 5:

- Se mantendrán las actuales protecciones para la máquina, siendo las siguientes:



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

- Dos protecciones diferenciales de transformador (87) de dos devanados, con frenado porcentual por armónicos, filtrado para corriente de neutro y función de imagen térmica incorporada.
- Relé para regulación automática de tensión (90/70) en carga del transformador con supervisión de las tomas del conmutador de tomas del transformador.
- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50TZ-51G) para la protección instantánea de la reactancia de puesta a tierra y protección temporizada de neutro de reserva para faltas en el cable de potencia desde las bornas de baja del transformador hasta la posición de entrada de celdas.
- Protección de máxima y mínima frecuencia (81) de dos devanados.

11.3.6 Barras:

- Se instalará una protección diferencial de barras. Esta se instalará en armario independiente.

11.3.7 Protecciones de línea de 66 kV.

Para cada posición se instalarán los siguientes equipos de protección:

- Una protección de distancia (21) que incluirá oscilografía, reenganchador, comprobación de sincronismo, localizador de faltas y disparo por imagen térmica.
- Relé 67N independiente.

11.3.8 Protecciones de transformador lado 66kV.

Para cada transformador se instalarán los siguientes equipos de protección:

- Una protección de sobreintensidad (51-51N-79-3) de tres fases y neutro con característica inversa y reenganche incorporado. La protección llevará oscilo incorporado.
- Un relé de sobreintensidad (50TZ, 51G) de tres fases y neutro para la protección instantánea de la reactancia de puesta a tierra del sistema de 20 kV y protección temporizada de neutro de reserva para faltas en el cable de potencia desde las bornas de baja del transformador hasta la posición de entrada de celdas de MT.

11.3.9 Barras:

- Se instalará una protección diferencial de barras distribuida. Esta se instalará en armario



independiente.

11.4 ARMARIOS DE CONTROL Y PROTECCIONES

En total se instalarán catorce armarios de control y protección, ubicado todos ellos en la sala de control para en AT-1 en 132kV.

Los armarios de control y protección estarán compuestos por chasis contruidos con perfiles metálicos, cerrados por paneles laterales fijos, acceso anterior con chasis pivotante y puerta frontal de cristal o policarbonato ignífugo, lo cual permite una gran visibilidad, protección contra polvo y suciedad, y fácil manejo y acceso a los aparatos instalados.

Las interconexiones entre la aparamenta y los armarios de protección, control y medida que componen la instalación, se realizarán con cables aislados de control sin halógenos.

12. MEDIDA

12.1 MEDIDA DE ENERGIA

Los requerimientos en cuanto a medida de energía para facturación habrán de ser acordados con la Compañía Distribuidora. Considerando el punto de entrega en el lado de alta del transformador se prevé el siguiente equipamiento por cada máquina:

- Tres contadores combinados de activa/reactiva a cuatro hilos clase 0,2S en activa y 0,5 en reactiva, bidireccional, con emisor de impulsos, $3 \times 110\sqrt{3}$ V y 3x5 A, simple tarifa y montaje empotrado.
- Tres módulos tarificadores de cuatro entradas con reloj interno incorporado y salida serie de comunicaciones.

En función de la evolución del Reglamento de Puntos de Medida elaborado por la CSEN, es posible integrar el contador combinado y el tarificador en un único equipo contador-registrador

12.2 RESTO DE MEDIDAS

La medida de las posiciones en el sistema de 220kV, 132kV como en el de 66kV, se recibirá en los equipos de control (UCPs) desde los transformadores de medida, bien de forma directa o a través de convertidores de medida. La necesidad de utilizar o no convertidores de medida, viene dada por las características del equipo de control.



DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Se utilizarán contadores externos al sistema de control para las lecturas de energía activa y reactiva en la parte de baja tensión del transformador. Posteriormente esta información se recogerá mediante pulsos en el equipo de control de la posición de baja del transformador.

En la tabla adjunta se indican las variables que se medirán en función de la posición:

Posición	VLin	VBarr	A	P	Q	Wh	Varh
Transformador 220 kV				X	X	X	X
Transformador 132 kV				X	X	X	X
Líneas 132 kV	X		X	X	X		
Barras 132 kV		X					
Transformador 66 kV				X	X	X	X
Líneas 66 kV	X		X	X	X		
Barras 66 kV		X					

13. TELECONTROL

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

La información a transmitir será tratada y preparada por el sistema de control integrado y la transmisión se realizará por fibra óptica, instalada en la línea eléctrica.

A través de esta vía de comunicación se podrán transmitir señales de teledisparo y realizar telemedida.

14. SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la subestación son existentes y son atendidos por los dos sistemas de tensión de corriente alterna (c.a.) y de corriente continua (c.c.).



14.1 SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA

Están instalados dos transformadores de 22/0,398-0,230 kV – 250 kVA de tipo intemperie, montados sobre soporte metálico..

Estos transformadores de servicios auxiliares alimentan en baja tensión y a través de cables de sección adecuada al armario de distribución de servicios auxiliares de c.a. situado en la sala de control del edificio, donde se alojan los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios de corriente alterna a la subestación. Este armario de servicios auxiliares de c.a. dispondrá de un contador-registrador de energía activa para la medida de los consumos propios de la instalación.

La protección de estos transformadores de servicios auxiliares queda garantizada en el lado de alta tensión mediante fusible de alto poder de ruptura y en baja tensión por interruptor automático.

14.2 SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA

Para los servicios auxiliares de c.c. se ha proyectado la instalación de dos equipos compactos rectificador - batería de 125 Vcc. En condiciones normales ambos equipos funcionarán de forma separada alimentando cada uno, una parte de los servicios de control, fuerza y protecciones según reparto de cargas establecido.

Los equipos rectificador – batería de 125 Vcc. funcionan ininterrumpidamente e individualmente. Ambos equipos estarán diseñados y calculados para que en el caso de que uno de ellos este fuera de servicio, el otro sea capaz de suministrar la totalidad de los consumos de la instalación. Durante el proceso de carga y flotación su funcionamiento responde a un sistema prefijado que actúa automáticamente sin necesitar de ningún tipo de vigilancia o control, lo cual da mayor seguridad en el mantenimiento de un servicio permanente.

Desde estos equipos se alimentarán las barras del armario de distribución de servicios auxiliares de c.c. situado en la sala de control del edificio, donde se alojan los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de corriente continua a la subestación.

Adicionalmente la instalación incorpora la siguiente infraestructura de alimentaciones para los servicios y equipos de telecomunicaciones:

- Un equipo rectificador - batería 48 Vcc.
- Convertidores 125/48 Vcc y 48/12 Vcc.



15. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

En consecuencia con lo dispuesto en la Ley 24/2013, de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico, y Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, se describen en la relación anexa los bienes y derechos afectados por la subestación eléctrica del objeto del presente proyecto, al objeto sea reconocida la utilidad pública, en concreto, de la citada instalación.

DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA

Comunidad Valenciana

Termino Municipal de Castellón de La Plana – Provincia de Castellón

Finca Proyecto	Catastro		Titular	Domicilio	Superficie Catastral (m ²)	Afección			Calificación / Uso / Naturaleza
	Polígono / Manzana / Sector	Parcela				Afección pleno dominio (m ²)	Servidumbre de Paso (m ²)	Ocupación Temporal (m ²)	
1627/G	165	9000	IBERDROLA	Avda San Adrián 48 (BILBAO)	5.976	5.976			ZONA URBANA
4540/G	165	9000	IBERDROLA	Avda San Adrián 48 (BILBAO)	8.116,93	8.116,93			ZONA URBANA



17. PLAZO DE EJECUCIÓN

La ejecución de la obra a realizar se estima en un plazo de 17 meses a partir del comienzo de la misma.

La Ingeniera Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco

Colegiado Nº 20.450 del COITIM
Febrero de 2019



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RENOVACIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 1

CÁLCULOS ELÉCTRICOS



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ÍNDICE

1.	<u>NIVELES DE AISLAMIENTO</u>	3
2.	<u>DISTANCIAS MINIMAS</u>	4
3.	<u>CÁLCULO EMBARRADOS</u>	7
3.1	<u>EMBARRADOS RÍGIDOS 132KV</u>	7
3.1.1	Cálculos eléctricos	7
3.1.2	Cálculos electromecánicos del embarrado principal	7
3.2	<u>EMBARRADOS RÍGIDOS 66KV</u>	11
3.2.1	Cálculos eléctricos	11
3.2.2	Cálculos electromecánicos del embarrado principal	11
4.	<u>CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS</u>	15
4.1	<u>DESCRIPCIÓN GENERAL</u>	15
4.2	<u>NORMATIVA APLICADA</u>	15
4.3	<u>MATERIALES UTILIZADOS</u>	15
4.4	<u>ACCIONES CONSIDERADAS</u>	16
4.4.1	Acciones permanentes (G)	16
4.4.2	Acciones variables (Q)	16
4.4.3	Acciones accidentales (A)	17
4.5	<u>COMBINACIONES DE CARGA</u>	18
4.6	<u>SOPORTES DE LA APARAMENTA</u>	18
4.6.1	Cargas	18
4.6.2	Datos de salida (resultados)	19
5.	<u>CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES DE LA APARAMENTA</u>	21



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

1. NIVELES DE AISLAMIENTO

Los materiales que se emplearán en esta instalación tendrán las características de aislamiento más apropiadas a su función.

Los niveles de aislamiento que se han adoptado, tanto para aparatos como para las distancias en el aire, según viene especificados en el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” en su ITC – RAT 12, son los siguientes:

- En 220 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 245 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 1050 kV de cresta a impulso tipo rayo y 460 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.
- En 132 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 145 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 650 kV de cresta a impulso tipo rayo y 275 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.
- En 66 kV, que corresponde a un valor normalizado de tensión más elevada para el material de 72,5 kV, se adopta el nivel de aislamiento nominal máximo, que soporta 325 kV de cresta a impulso tipo rayo y 140 kV eficaces a frecuencia industrial durante un minuto.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2. DISTANCIAS MINIMAS

El vigente “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión” en su ITC - RAT 12, especifica las normas a seguir para la fijación de las distancias mínimas a puntos en tensión.

Las distancias, en todo caso, serán siempre superiores a las especificadas en dicha norma las cuales se recogen en la siguiente tabla:

<i>Tensión nominal.</i> (kV)	<i>Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo.</i> (kV cresta)	<i>Distancia mínima fase-tierra en el aire.</i> (cm)	<i>Distancia mínima entre fases en el aire.</i> (cm)
220	1050	210	210
132	650	130	130
66	325	63	63

La altitud de la instalación es inferior de 1.000 m (cota 27 m sobre el nivel del mar), por lo tanto, las distancias mínimas no tendrán el factor de corrección por altura.

Distancias fase – tierra y entre fases:

- Sistema de 220 kV
 - Las distancias adoptadas entre ejes de fases y entre ejes y tierra son de 450 cm para la tensión de 220kV, superiores por tanto a las mínimas exigidas.
- Sistema de 132 kV
 - Las distancias adoptadas entre ejes de fases y entre ejes y tierra son de 350 cm para la tensión de 132 kV, superiores por tanto a las mínimas exigidas.
- Sistema de 66 kV
 - Las distancias adoptadas entre ejes de fases y entre ejes y tierra son de 200 cm para la tensión de 66 kV, superiores por tanto a las mínimas exigidas.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Distancias en pasillos de servicios y zonas de protección:

Según la instrucción ITC – RAT 15, punto 4.1.2., los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos deberán estar a una altura mínima H sobre el suelo, medida en centímetros, igual a $H = 250 + d$, siendo “ d ” la distancia expresada en centímetros de las tablas 1, 2 y 3 de la ITC – RAT 12, dadas en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo para la instalación.

- Para el parque de 220 kV, de la tabla 2, $d = 210$ cm. Por lo tanto:

$$H = 250 + 210 = 460 \text{ cm.}$$

El embarrado de interconexión entre aparatos se situará a una altura de 600 cm sobre el suelo, cumpliéndose por tanto, la exigencia mencionada anteriormente.

- Para el parque de 132 kV, de la tabla 2, $d = 130$ cm. Por lo tanto:

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

El embarrado de interconexión entre aparatos se situará a una altura de 450 cm sobre el suelo, cumpliéndose por tanto, la exigencia mencionada anteriormente.

- Para el parque de 66 kV, de la tabla 2, $d = 63$ cm. Por lo tanto:

$$H = 250 + 63 = 313 \text{ cm.}$$

El embarrado de interconexión entre aparatos se situará a una altura de 400 cm sobre el suelo, cumpliéndose por tanto, la exigencia mencionada anteriormente.

- Por otra parte, todos los elementos en tensión en las zonas accesibles, están situados a una altura sobre el suelo superior a 230 cm, considerando en tensión la línea de contacto del aislador con su zócalo o soporte, si éste se encuentra puesto a tierra, cumpliendo de esta forma lo indicado en la instrucción ITC – RAT 15, punto 4.1.5.

Según la instrucción ITC – RAT 14 punto 6.1.1 e ITC – RAT 15 punto 4.1.1, tanto en instalaciones de interior como de exterior, la anchura de los pasillos de servicio tiene que ser suficiente para permitir la fácil maniobra e inspección de las instalaciones, así como el libre movimiento por los mismos de las personas y el transporte de los aparatos en las operaciones de montaje o revisión de los mismos.

Esta anchura no será inferior a la que a continuación se indica:

- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a un solo lado 1,0 m.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión a ambos lados 1,2 m.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Pasillos de inspección con elementos en tensión a un solo lado 0,8 m.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión a ambos lados 1,0 m.

Distancias en zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación:

- Según la instrucción ITC – RAT 15 punto 4.3.1, para cierres de enrejado de altura $K \geq 220$ cm, en este caso, la distancia en horizontal entre el cerramiento y las zonas en tensión debe ser superior a:
 - $G = d + 150 = 210 + 150 = 360$ cm en 132 kV.
 - $G = d + 150 = 63 + 150 = 213$ cm en 66 kV.

Distancia que se cumple ampliamente según puede verse en el plano de Implantación y Secciones incluido en el documento nº 4 “Planos”.

Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico RD 612/2001:

- Según la Tabla 1, “Distancias límites de las zonas de trabajo del R.D. 614/2001”, los valores de D_{PEL-1} (distancia en cm hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo) para niveles de tensión de 220 kV, 132 kV y 66 kV serán de 260, 180 y 120 cm respectivamente. Los elementos en tensión no protegidos, que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima sobre el suelo:

Para el sistema de 220 kV:

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de Seguridad)} = 250 + 260 + 10 = 520 \text{ cm}$$

Para el sistema de 132 kV:

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de Seguridad)} = 250 + 180 + 10 = 440 \text{ cm}$$

Para el sistema de 66 kV:

$$H = 250 + D_{PEL-1} + 10 \text{ (Margen de Seguridad)} = 250 + 120 + 10 = 380 \text{ cm}$$



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3. CÁLCULO EMBARRADOS

3.1 EMBARRADOS RÍGIDOS 132KV

3.1.1 Cálculos eléctricos

Las barras principales de 132 kV estarán constituidas por tubo de aleación de aluminio, de 100/90 mm de diámetro, equivalente a 1.495 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 2.230 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 849 MVA.

El resto de embarrados de 132 kV (embarrados secundarios o embarrados bajos y puentes entre la apartamenta) se realizarán con cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo Arbutus, de 26,04 mm de diámetro, equivalente a 402,8 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 800 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 183 MVA.

Como se puede observar, los valores obtenidos son muy superiores a la potencia instalada actual y prevista futura.

3.1.2 Cálculos electromecánicos del embarrado principal

A continuación se presentan los cálculos justificativos de los embarrados rígidos utilizados en el sistema de 132 kV, así como los cálculos que justifican la elección de los aisladores.

Los cálculos se basan en el procedimiento de cálculo expuesto en la UNE-EN 60865-1.

Para los cálculos se considerará la barra correspondiente a la fase central, por ser esta la más afectada desde el punto de vista de esfuerzos de cortocircuito.

En cada tramo el embarrado se encuentra apoyado en un extremo y empotrado en el otro. Es decir, en uno de los extremos se permite el desplazamiento según el eje del embarrado y en el otro se encuentra rígidamente unido a la apartamenta.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA		CÁLCULO DE EMBARRADOS RÍGIDOS (TUBOS). IEC 60865-1:2011/Ed 3 e IEC TR 60865-2:2015/Ed2		REVISIÓN 2
				29/07/2015
				M-ES.15620
SUBESTACIÓN	ST CASTELLÓN EL INGENIO 132KV			Página 1/3
DATOS ELÉCTRICOS DE LA RED				
TENSIÓN NOMINAL (Un).....		132	kV	
TENSION MÁXIMA (Umax)		145	kV	
CORRIENTE SIMÉTRICA INICIAL DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO (Vef.) (Ik").....		21,9	KA	
VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (ip).....		57,33	KA	
FRECUENCIA (f)		50	Hz	
RELACIÓN DE IMPEDANCIAS (R/X)		0,05500		
¿EXISTE REENGANCHE TRIFÁSICO?		SI		
DATOS DE LA BARRA TUBULAR CONDUCTORA				
MATERIAL DEL TUBO		ALUMINIO		
DIÁMETRO EXTERIOR (De)		100	mm	
DIÁMETRO INTERIOR (Di).....		90	mm	
PESO DE LA BARRA CONDUCTORA (m').....		4,029	kg/m	
MÓDULO DE ELASTICIDAD (E).....		68600	N/mm ²	
LÍMITE DE FLUENCIA MÍNIMO (fy).....		160	N/mm ²	
PESO DEL CABLE ANTIVIBRATORIO (mv).....		1,11	kg/m	
CRITERIO DE FLECHA MÁXIMA		300		
DATOS DEL EMBARRADO				
DISPOSICION DE BARRA EN AISLADOR SOPORTE.....		SEPARADA		
NÚMERO DE VANOS.....		3		
LONGITUD DEL VANO (l).....		10,5	m	
DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES (am).....		2,5	m	
EQUIPO		INSULADOR/AISLADOR		
ALTURA DEL EQUIPO (ha)		1,5	m	
ALTURA EJE CONECTOR (hc).....		0,105	m	
DIÁMETRO DEL EQUIPO (Da).....		0,36	m	
DATOS CLIMATOLÓGICOS Y UBICACIÓN				
ALTITUD		27	m	
VELOCIDAD DEL VIENTO (Vv).....		140	Km/h	
- ZONA A				
TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA (θ1).....		45	°C	
TEMPERATURA MÁXIMA DEL TUBO (θ2).....		100	°C	
DATOS PARA EL CÁLCULO DE CALENTAMIENTO				
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PERMANENTE (Vef.) (Ik).....		21,9	KA	
TEMPERATURA DEL CONDUCTOR AL INICIO DEL CORTOCIRCUITO (θb).....		65	°C	
TEMPERATURA DEL CONDUCTOR AL FINAL DEL CORTOCIRCUITO (θe)		170	°C	
DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (Tk).....		0,5	s	
TIEMPO DE CORTA DURACIÓN ASIGNADO (Tkr).....		1	s	
FRECUENCIA PROPIA DEL VANO				
FRECUENCIA PROPIA DEL VANO (fcm).....		3,46	Hz	
RELACION fcm/f.....		0,069		
COEFICIENTES				
DISPOSICIÓN DE APOYOS DE EMBARRADOS				
	$\alpha = 1,250$	$\beta = 0,73$	$\gamma = 2,45$	
FACTOR DE PLASTICIDAD				
	$q = 1,34$			
FACTOR Vf, Vom, Vrm				
	$Vf = 0,49$	$Vom = 0,44$	$Vrm = 1,71$	



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

SUBESTACIÓN		ST CASTELLÓN EL INGENIO 132KV		Página 2/3	
TENSIONES MECÁNICAS APLICADAS AL EMBARRADO					
PESO PROPIO (Fpp).....	19,10	N/mm ²			
PESO PROPIO + HIELO (Fpp + Fh).....	19,10	N/mm ²			
VIENTO (Fvc).....	38,89	N/mm ²			
PESO PROPIO + VIENTO (Fpp + Fvc).....	43,33	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....	50,59	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO (Fr,d 2 + Fvc).....	89,48	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + HIELO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fh + Fpp).....	54,07	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fvc + Fpp).....	91,49	N/mm ²			
REACCIONES EN EJE TUBO - CABEZA DEL EQUIPO					
PESO PROPIO (Fpp).....	828,95	N			
PESO PROPIO + HIELO (Fpp + Fh).....	828,95	N			
VIENTO (Fvc).....	1250,52	N			
PESO PROPIO + VIENTO (Fpp + Fvc).....	1500,32	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....	2504,36	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO (Fr,d 2 + Fvc).....	3754,88	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + HIELO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fh + Fpp).....	2637,98	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fvc + Fpp).....	3845,29	N			
REACCIONES EN BASE DEL EQUIPO					
	ACCIONES	REACCIÓN Rx (N)	MOMENTO Mz (Nm)		
	VIENTO (Fvc + Fva).....	1765,02	2392,96		
	CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....	2504,36	4019,49		
	CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE+VIENTO (Fr,d 2 + Fvc + Fva).....	4269,38	6412,45		
CRITERIO DE TENSION MECÁNICA ADMISIBLE (SEGÚN IEC 60865-1:2011-10)					
Criterios de validación:					
$\sigma_m \leq \frac{f_y}{\gamma_M}$		Donde: fy = Tensión mecánica correspondiente al límite elástico q = Factor que depende de la geometría de la barra σm = Tensión mecánica máxima de flexión debido a los esfuerzos			
$\sigma_m \leq \frac{q * f_y}{\gamma_M * \gamma_F}$		COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN 1990(2) - ESTADO CARGA NORMAL γF = 1,35 - ESTADO CARGA NORMAL γM = 1,1 - ESTADO CARGA EXCEPCIONAL γM*γF = 1,0			
Estado carga normal:					
σm =	58,49	<	145,5 = $\frac{f_y}{\gamma_M}$	N/mm ²	(SE CUMPLE EL CRITERIO)
Estado carga excepcional:					
σm =	91,49	<	214,34 = $\frac{q * f_y}{\gamma_M * \gamma_F}$	N/mm ²	(SE CUMPLE EL CRITERIO)
CRITERIO DE MÁXIMA FLECHA					
Criterio de validación:					
$\Delta_{m\acute{a}x} < L / 300$					
Donde: Δmáx = Flecha máxima calculada					
L = Longitud del vano considerado					
L / 300 =	3,50	cm			
Δmáx =	2,65	cm	(SE CUMPLE EL CRITERIO)		
ELONGACION DEL VANO (e).....					
	13,28	mm			



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

SUBESTACIÓN	ST CASTELLÓN EL INGENIO 132KV	Página 3/3																		
SELECCIÓN DE EQUIPO																				
<p>Criterio de validación:</p> $F'_{max} = \left(\frac{(F_{r,d} + F_{w,c}) \cdot (h_a + h_c) + M_{va}}{h_a} \right) \gamma_M \gamma_F < F_{Rf}$																				
		<p>COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN 1990[2]</p> <p>- ESTADO CARGA NORMAL $\gamma_M \gamma_F = 1,35 * 1,1$</p> <p>- ESTADO CARGA EXCEPCIONAL $\gamma_M \gamma_F = 1,0 * 1,0$</p>																		
ACCIONES		FUERZA DISEÑO F' max (N)																		
VIENTO (Fvc + Fva).....		2369																		
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....		2680																		
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE+VIENTO (Fr,d 2 + Fvc + Fva).....		4275																		
<p>El equipo se validará con la fuerza de flexión aplicada en el eje del conductor. En este caso:</p> <p style="text-align: right;">F' max = <input style="width: 50px;" type="text" value="4275"/> N</p>																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>DESIGNACIÓN AISLADOR</th> <th>CARGA DE ROTURA A LA FLEXION Frf (N)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>C20</td><td>20.000</td></tr> <tr><td>C16</td><td>16.000</td></tr> <tr><td>C12,5</td><td>12.500</td></tr> <tr><td>C10</td><td>10.000</td></tr> <tr><td>C8</td><td>8.000</td></tr> <tr><td>C6</td><td>6.000</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		DESIGNACIÓN AISLADOR	CARGA DE ROTURA A LA FLEXION Frf (N)	C20	20.000	C16	16.000	C12,5	12.500	C10	10.000	C8	8.000	C6	6.000					
DESIGNACIÓN AISLADOR	CARGA DE ROTURA A LA FLEXION Frf (N)																			
C20	20.000																			
C16	16.000																			
C12,5	12.500																			
C10	10.000																			
C8	8.000																			
C6	6.000																			
<p>AISLADOR SELECCIONADO:</p> <p>C6 = <input style="width: 50px;" type="text" value="6.000"/> N > F' max = <input style="width: 50px;" type="text" value="4275"/> N (SE CUMPLE EL CRITERIO)</p>																				
CÁLCULO SOBRE LOS EFECTOS TÉRMICOS DEL CONDUCTOR (SEGÚN IEC 60865-1:2011-10)																				
<p>Criterio de validación:</p> $S_{th} \leq S_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}}$																				
<p>Donde:</p> <p>Sth = Densidad de corriente térmica equivalente de corta duración (Vef.)</p> <p>Sthr = Valor asignado de la densidad de corriente soportada de corta duración (Vef.) durante 1s</p> <p>Tkr = Tiempo de corta duración asignado</p> <p>Tk = Duración de la corriente de cortocircuito</p>																				
<p>El valor eficaz de la corriente térmica equivalente de corta duración es:</p> <p>Ith = <input style="width: 50px;" type="text" value="23,22"/> kA</p>																				
<p>Queda por tanto el criterio:</p> <p>Sth = <input style="width: 50px;" type="text" value="15,56"/> < <input style="width: 50px;" type="text" value="114,09"/> A/mm² (SE CUMPLE EL CRITERIO)</p>																				
CALCULO EFECTO CORONA																				
<p>Criterio de validación:</p> $U_c > U_{max}$																				
$U_c = m_o \cdot m_t \cdot \delta \cdot E_{of} \cdot R \cdot \ln(D / R)$																				
<p>Donde:</p> <p>mo: Coeficiente de irregularidad del conductor</p> <p>mt: Coeficiente meteorológico [tiempo seco mt=1/ tiempo húmedo mt=0,8] mt = <input style="width: 50px;" type="text" value="1"/></p> <p>δ: Factor de corrección de la densidad del aire</p> <p>R: Radio exterior del cable</p> <p>D: distancia media geométrica entre conductores</p> <p>Eof: Valor eficaz de campo electrico critico para la aparición del efecto corona.</p>																				
<p>Queda por tanto el criterio:</p> <p>Uc = <input style="width: 50px;" type="text" value="436,6"/> > <input style="width: 50px;" type="text" value="83,72"/> kV (SE CUMPLE EL CRITERIO)</p>																				



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

3.2 EMBARRADOS RÍGIDOS 66KV

3.2.1 Cálculos eléctricos

Las barras principales de 66 kV estarán constituidas por tubo de aleación de aluminio, de 80/64 mm de diámetro, equivalente a 1.809 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 2.340 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 267 MVA.

El resto de embarrados de 66 kV (embarrados secundarios o embarrados bajos y puentes entre la aparamenta) se realizarán con cable desnudo de aluminio homogéneo, tipo Arbutus, de 26,04 mm de diámetro, equivalente a 402,8 mm² de sección nominal, que admite un paso de corriente permanente de 800 A, que equivale a una potencia nominal en el embarrado de 91 MVA.

Como se puede observar, los valores obtenidos son muy superiores a la potencia instalada actual y prevista futura.

3.2.2 Cálculos electromecánicos del embarrado principal

A continuación se presentan los cálculos justificativos de los embarrados rígidos utilizados en el sistema de 66 kV, así como los cálculos que justifican la elección de los aisladores.

Los cálculos se basan en el procedimiento de cálculo expuesto en la UNE-EN 60865-1.

Para los cálculos se considerará la barra correspondiente a la fase central, por ser esta la más afectada desde el punto de vista de esfuerzos de cortocircuito.

En cada tramo el embarrado se encuentra apoyado en un extremo y empotrado en el otro. Es decir, en uno de los extremos se permite el desplazamiento según el eje del embarrado y en el otro se encuentra rígidamente unido a la aparamenta.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CÁLCULO DE EMBARRADOS RÍGIDOS (TUBOS). IEC 60865-1:2011/Ed 3 e IEC TR 60865-2:2015/Ed2		REVISIÓN 2 29/07/2015 M-ES.15620
SUBESTACIÓN	ST CASTELLÓN EL INGENIO 66KV	Página 1/3
DATOS ELÉCTRICOS DE LA RED		
TENSIÓN NOMINAL (Un).....	66	KV
TENSION MÁXIMA (Umax)	72,5	KV
CORRIENTE SIMÉTRICA INICIAL DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO (Vef.) (Ik'').....	20	KA
VALOR DE CRESTA DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (ip).....	52,35	KA
FRECUENCIA (f)	50	Hz
RELACIÓN DE IMPEDANCIAS (R/X)	0,05500	
¿EXISTE REENGANCHE TRIFÁSICO?	SI	
DATOS DE LA BARRA TUBULAR CONDUCTORA		
MATERIAL DEL TUBO	ALUMINIO	
DIÁMETRO EXTERIOR (De)	80	mm
DIÁMETRO INTERIOR (Di).....	64	mm
PESO DE LA BARRA CONDUCTORA (m').....	4,029	kg/m
MÓDULO DE ELASTICIDAD (E).....	68600	N/mm ²
LÍMITE DE FLUENCIA MÍNIMO (fy).....	160	N/mm ²
PESO DEL CABLE ANTIVIBRATORIO (mv).....	1,11	kg/m
CRITERIO DE FLECHA MÁXIMA	300	
DATOS DEL EMBARRADO		
DISPOSICION DE BARRA EN AISLADOR SOPORTE.....	SEPARADA	
NÚMERO DE VANOS.....	4	
LONGITUD DEL VANO (l).....	7,4	m
DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES (am).....	2	m
EQUIPO	INSULADOR/AISLADOR	
ALTURA DEL EQUIPO (ha)	0,77	m
ALTURA EJE CONECTOR (hc).....	0,105	m
DIÁMETRO DEL EQUIPO (Da).....	0,225	m
DATOS CLIMATOLÓGICOS Y UBICACIÓN		
ALTITUD	37	m
VELOCIDAD DEL VIENTO (Vv).....	120	Km/h
- ZONA A		
TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA (ø1).....	45	°C
TEMPERATURA MÁXIMA DEL TUBO (ø2).....	100	°C
DATOS PARA EL CÁLCULO DE CALENTAMIENTO		
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO PERMANENTE (Vef.) (Ik).....	20	KA
TEMPERATURA DEL CONDUCTOR AL INICIO DEL CORTOCIRCUITO (øb).....	65	°C
TEMPERATURA DEL CONDUCTOR AL FINAL DEL CORTOCIRCUITO (øe)	170	°C
DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO (Tk).....	0,5	s
TIEMPO DE CORTA DURACIÓN ASIGNADO (Tkr).....	1	s
FRECUENCIA PROPIA DEL VANO		
FRECUENCIA PROPIA DEL VANO (fcm).....	5,85	Hz
RELACION fcm/f.....	0,117	
COEFICIENTES		
DISPOSICIÓN DE APOYOS DE EMBARRADOS		
$\alpha = 1,250$	$\beta = 0,73$	$\gamma = 2,45$
FACTOR DE PLASTICIDAD		
$q = 1,41$		
FACTOR V _f , V _{om} , V _{rm}		
$V_f = 0,63$	$V_{om} = 0,56$	$V_{rm} = 1,57$



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

SUBESTACIÓN		ST CASTELLÓN EL INGENIO 66KV		Página 2/3	
TENSIONES MECÁNICAS APLICADAS AL EMBARRADO					
PESO PROPIO (Fpp).....	10,79	N/mm ²			
PESO PROPIO + HIELO (Fpp + Fh).....	10,79	N/mm ²			
VIENTO (Fvc).....	12,92	N/mm ²			
PESO PROPIO + VIENTO (Fpp + Fvc).....	16,83	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....	35,09	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO (Fr,d 2 + Fvc).....	48,01	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + HIELO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fh + Fpp).....	36,71	N/mm ²			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fvc + Fpp).....	49,20	N/mm ²			
REACCIONES EN EJE TUBO - CABEZA DEL EQUIPO					
PESO PROPIO (Fpp).....	584,21	N			
PESO PROPIO + HIELO (Fpp + Fh).....	584,21	N			
VIENTO (Fvc).....	518,00	N			
PESO PROPIO + VIENTO (Fpp + Fvc).....	780,79	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....	2161,15	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO (Fr,d 2 + Fvc).....	2679,15	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + HIELO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fh + Fpp).....	2238,73	N			
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE + VIENTO + PESO PROPIO (Fr,d 2 + Fvc + Fpp).....	2742,11	N			
REACCIONES EN BASE DEL EQUIPO					
ACCIONES		REACCIÓN	MOMENTO		
		Rx (N)	Mz (Nm)		
VIENTO (Fvc + Fva).....		639,28	499,94		
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....		2161,15	1891,01		
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE+VIENTO (Fr,d 2 + Fvc + Fva).....		2800,43	2390,95		
CRITERIO DE TENSION MECÁNICA ADMISIBLE (SEGÚN IEC 60865-1:2011-10)					
Criterios de validación:					
$\sigma_m \leq \frac{f_y}{\gamma_M}$		Donde: fy = Tensión mecánica correspondiente al límite elástico q = Factor que depende de la geometría de la barra σm = Tensión mecánica máxima de flexión debido a los esfuerzos			
$\sigma_m \leq \frac{q * f_y}{\gamma_M * \gamma_F}$		COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN 1990I2I - ESTADO CARGA NORMAL γF = 1,35 - ESTADO CARGA NORMAL γM = 1,1 - ESTADO CARGA EXCEPCIONAL γM*γF = 1,0			
Estado carga normal:					
σm =	22,72	<	145,5	=	$\frac{f_y}{\gamma_M}$ N/mm ² (SE CUMPLE EL CRITERIO)
Estado carga excepcional:					
σm =	49,20	<	224,82	=	$\frac{q * f_y}{\gamma_M * \gamma_F}$ N/mm ² (SE CUMPLE EL CRITERIO)
CRITERIO DE MÁXIMA FLECHA					
Criterio de validación:					
$\Delta_{m\acute{a}x} < L / 300$					
Donde: Δmáx = Flecha máxima calculada					
L = Longitud del vano considerado					
L / 300 =	2,47	cm			
Δmáx =	0,93	cm	(SE CUMPLE EL CRITERIO)		
ELONGACION DEL VANO (e).....					
9,36 mm					



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

SUBESTACIÓN	ST CASTELLÓN EL INGENIO 66KV	Página 3/3
SELECCIÓN DE EQUIPO		
<p>Criterio de validación:</p> $F'_{\max} = \left(\frac{(F_{r,d} + F_{w,c}) \cdot (h_a + h_c) + M_{va}}{h_a} \right) \gamma_M \gamma_F < F_{RF}$ <p style="text-align: right;">COEFICIENTES DE SEGURIDAD EN 1990[2] - ESTADO CARGA NORMAL $\gamma_M \gamma_F = 1,35 * 1,1$ - ESTADO CARGA EXCEPCIONAL $\gamma_M \gamma_F = 1,0 * 1,0$</p>		
ACCIONES		FUERZA DISEÑO F'max (N)
VIENTO (Fvc + Fva).....		964
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE (Fr,d 2).....		2456
CORTOCIRCUITO CON REENGANCHE+VIENTO (Fr,d 2 + Fvc + Fva).....		3105
<p>El equipo se validará con la fuerza de flexión aplicada en el eje del conductor. En este caso:</p> <p style="text-align: right;">F'max = <input type="text" value="3105"/> N</p>		
DESIGNACIÓN AISLADOR	CARGA DE ROTURA A LA FLEXION Frf (N)	
C20	20.000	
C16	16.000	
C12,5	12.500	
C10	10.000	
C8	8.000	
C6	6.000	
C4	4.000	
<p>AISLADOR SELECCIONADO:</p> <p>C4 = <input type="text" value="4.000"/> N > F'max = <input type="text" value="3105"/> N (SE CUMPLE EL CRITERIO)</p>		
CÁLCULO SOBRE LOS EFECTOS TÉRMICOS DEL CONDUCTOR (SEGÚN IEC 60865-1:2011-10)		
<p>Criterio de validación:</p> $S_{th} \leq S_{thr} \sqrt{\frac{T_{kr}}{T_k}}$ <p>Donde: Sth = Densidad de corriente térmica equivalente de corta duración (Vef.) Sthr = Valor asignado de la densidad de corriente soportada de corta duración (Vef.) durante 1s Tkr = Tiempo de corta duración asignado Tk = Duración de la corriente de cortocircuito</p> <p>El valor eficaz de la corriente térmica equivalente de corta duración es:</p> <p>Ith = <input type="text" value="21,20"/> kA</p> <p>Queda por tanto el criterio:</p> <p>Sth = <input type="text" value="11,72"/> < <input type="text" value="114,09"/> A/mm² (SE CUMPLE EL CRITERIO)</p>		
CÁLCULO EFECTO CORONA		
<p>Criterio de validación:</p> $U_c > U_{\max}$ $U_c = m_o \cdot m_t \cdot \delta \cdot E_{of} \cdot R \cdot \ln(D / R)$ <p>Donde: mo: Coeficiente de irregularidad del conductor mt: Coeficiente meteorológico [tiempo seco mt=1/ tiempo húmedo mt=0,8] mt = <input type="text" value="1"/> δ: Factor de corrección de la densidad del aire R: Radio exterior del cable D: distancia media geométrica entre conductores Eof: Valor eficaz de campo electrico critico para la aparición del efecto corona.</p> <p>Queda por tanto el criterio:</p> <p>Uc = <input type="text" value="353,5"/> > <input type="text" value="41,86"/> kV (SE CUMPLE EL CRITERIO)</p>		



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

4. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Todas las estructuras metálicas a emplear en la instalación corresponden a diseños normalizados de Iberdrola Distribución Eléctrica.

La estructura metálica a construir y montar en la instalación, corresponderá a los soportes de 132 y 66 kV.

Estas estructuras estarán formadas por perfiles tubulares de acero en los pilares coronados en su parte superior por perfiles metálicos para sujeción de la aparamenta. Se complementan con herrajes y tortillería auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y otros elementos accesorios.

4.2 NORMATIVA APLICADA

Códigos:

- EAE-11: Instrucción de Acero Estructural
- RLAT: Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión

Normas:

- Acciones: EAE-11
- Viento: RLAT, IAP-11
- Sismo: NCSE-02
- Otras: CTE DB SE-A, CTE DB SE-AE

4.3 MATERIALES UTILIZADOS

El material utilizado para la ejecución de la estructura es el acero laminado y posteriormente galvanizado para conferirle así una capa de protección frente a las agresiones externas.

Sus características se detallan a continuación:

- Tipo acero..... Acero laminado S 275 JR
- Límite elástico..... 2.804 kg/cm²
- Tensión de rotura..... 4.027 kg/cm²
- Peso específico 7,85 kg/dm³
- Coeficiente de Poisson ν_s 0,3



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Coeficiente de dilatación..... 1.2·10⁻⁵ m/m°C
- Coeficiente de minoración 1,10; 1,10; 1,25

4.4 ACCIONES CONSIDERADAS

4.4.1 Acciones permanentes (G)

Contempla el peso propio de la estructura (se consideran las dimensiones de la sección transversal de los perfiles multiplicadas por su peso específico 7,85 kg/dm³) y de los cables y cadenas (según catálogo), así como del tiro de los mencionados conductores (valor dado por los cálculos del Personal de Líneas de la Compañía).

4.4.2 Acciones variables (Q)

Las acciones variables (Q) son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura, como son:

- Las debidas al uso o carga operacional por mantenimiento: se considera una carga de 100 kg vertical y hacia abajo, simulando el peso de un operario.
- Las acciones climáticas, como la carga de viento.
- La acción del viento se asimila a una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto a la presión estática. El reparto se distribuye de manera continua en cada barra y en dos direcciones perpendiculares “x” y “z”.
- Según el Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión, se ha considerado una velocidad del viento de v=140km/h ya que se trata de líneas de categoría especial.

De este modo:

Fuerza del viento sobre superficies planas:

- $F_c = A_p \cdot q = A_p \cdot \left[100 \cdot \left(\frac{v}{120} \right)^2 \right] = A_p \cdot \left[100 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 \right] = (A_p \cdot 136,11) \text{ daN} = (A_p \cdot 138,83) \text{ kg}$
Siendo: A_p el área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m².

Fuerza del viento sobre superficies curvas:

- $F_c = A_p \cdot q = A_p \cdot \left[70 \cdot \left(\frac{v}{120} \right)^2 \right] = A_p \cdot \left[70 \cdot \left(\frac{140}{120} \right)^2 \right] = (A_p \cdot 97,28) \text{ daN} = (A_p \cdot 97,18) \text{ kg}$
Siendo: A_p el área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m².

Adicionalmente, las cargas de viento en elementos cercanos no se proyectan en su totalidad sino que se aplicará un coeficiente de resguardo o apantallamiento en función de la separación a la que se encuentre y de la altura de los mismos, según lo indicado en la normativa española



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

IAP-11 como se detalla a continuación.

$$\lambda = A_n / A_{tot}$$

siendo:

- λ relación de solidez correspondiente al elemento de barlovento más próximo
- A_n área sólida neta o real (descontando los huecos) que el elemento de barlovento presenta al viento
- A_{tot} área bruta o total (sin descontar huecos) del elemento de barlovento delimitada por su contorno externo

Y donde s_r es el espaciamiento relativo, definido como:

$$s_r = s / h_p$$

siendo:

- s_r espaciamiento relativo entre el elemento de barlovento y el de sotavento
- s distancia horizontal entre las superficies de ambos elementos, proyectadas sobre un plano perpendicular a la dirección del viento
- h_p altura protegida u ocultada por el elemento de barlovento

ESPACIAMIENTO RELATIVO s_r	RELACIÓN DE SOLIDEZ λ					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	$\geq 0,6$
0,5	0,75	0,40	0,31	0,22	0,13	0,06
1	1,00	0,82	0,64	0,46	0,28	0,10
2	1,00	0,84	0,68	0,52	0,36	0,20
3	1,00	0,86	0,72	0,59	0,45	0,31
4	1,00	0,89	0,78	0,68	0,57	0,46
5	1,00	1,00	0,92	0,85	0,77	0,69
6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

4.4.3 Acciones accidentales (A)

Las acciones accidentales (A) son aquellas que pueden actuar con una pequeña probabilidad de ocurrencia, generalmente de corta duración y con efectos importantes.

- **Sismo:** se realiza un estudio dinámico a través de cargas sísmicas debido a que el coeficiente de aceleración sísmica básico es superior a 0,04·g, siendo g la aceleración de la gravedad. En concreto, se toma el valor de 0,22·g ya que es el más desfavorable para España.

Aplicando la normativa sismorresistente NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo es de 0,23·g.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

El valor de la fuerza sísmica es el producto de la aceleración sísmica de cálculo por la masa del elemento, aplicado en el centro de gravedad.

Según la mencionada NCSE-02, las cargas sísmicas aplican la regla del 30%, es decir, que en la dirección horizontal y perpendicular a la dominante se aplica un 30% de la fuerza total de la dominante. Además, se desprecia la componente vertical de la carga sísmica debido a las cortas luces que hay entre los soportes y a la flexibilidad relativa de los conductores.

- **Hipótesis de Ruptura de Cable** (aplicable en pórticos): se trata de una situación accidental que se produce, como el propio nombre indica, por la ruptura de uno de los cables del pórtico.
- **Fuerza de cortocircuito** (aplicable en apartamentas): Se empleará la resistencia máxima de los aisladores para el embarrado calculado.

4.5 COMBINACIONES DE CARGA

Tomando como base los coeficientes de combinación de Eurocódigo y EAE los valores a utilizar para la mayoración y combinación de las acciones serán los siguientes:

Coeficientes de mayoración:

Tipo de carga	Coeficiente de mayoración
Cargas permanentes	1,35
Cargas variables	1,50
Cargas de viento no simultáneas	1,50
Cargas de sismo no simultáneas	1,00
Cargas accidentales	1,00

Coeficientes de combinación o concomitancia:

Tipo de carga	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Cargas gravitatorias	0,70	0,50	0,30
Cargas de viento	0,60	0,50	0,00

4.6 SOPORTES DE LA APARAMENTA

4.6.1 Cargas

- Peso propio de la estructura: Densidad = 7.850 kg/m³
- Peso propio del cable y cadenas: En dirección descendente en el eje Y peso propio del equipo.
- Sobrecarga por mantenimiento: En dirección descendente en el eje Y 100 kg.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Viento aplicado de forma continua en las caras, con un valor de $q = 138,83 \text{ kg/m}^2$ sobre superficies planas y $q = 97,18 \text{ kg/m}^2$ sobre superficies curvas (según indicado en el apartado anterior)
- Sismo: Se considera sismo según NCSE-02, con un valor de aceleración sísmica básica de 0,22 y una K de 1,1, que es el máximo nivel que nos podemos encontrar en España. Se aplica la regla del 30%.
- Carga electromecánica: En dirección positiva y negativa en el eje Z máxima resistencia de los aisladores en el embarrado.

4.6.2 Datos de salida (resultados)

En el cálculo se analizan los siguientes aspectos:

- Se realiza un cálculo de primer orden.
- Vigas:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Pilares:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Diagonales:
 - Yp: Pandeo se comprueba como intraslacional ($\beta=1,00$)
 - Zp: Pandeo se comprueba como intraslacional
- Esbeltez reducida máxima a compresión 2,50.
- Esbeltez reducida máxima a tracción 2,50.
- Se comprueba pandeo lateral (intervalos de comprobación cada 30 cm).
- Se comprueba abolladura del alma (intervalos de comprobación cada 30 cm).
- Vanos y voladizos:
- Comprobación de flecha instantánea por sobrecarga: flecha relativa $L / 350$.
- Comprobación de flecha total: flecha relativa $L / 150$.
- Se considera deformación por cortante.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

- Se comprueban desplazamientos horizontales máximos: $H / 250$.
- Se comprueban desplazamientos horizontales máximos: $H / 250$
- Comprobación tensiones del acero: Se comprueba que todos los ratios, correspondientes a cada una de las barras que conforman el pórtico son menores de la unidad (100%).
- Comprobación de las flechas: Se comprueban los valores de los elementos más desfavorables, es decir, aquellos donde la flecha y la contraflecha son de mayor valor.

Para ello las flechas y contraflechas instantáneas por sobrecarga, correspondientes al soporte metálico, deben ser menores a $L / 350$, y las totales menores a $L / 150$.

Cuando se trata de un nodo que no está apoyado, sino en voladizo, la longitud se multiplica por dos.

- Comprobación de los desplazamientos: Del mismo modo se analizan los elementos que están sometidos a mayor desplazamiento y giro en cada una de las tres direcciones del espacio. La comprobación consiste en confirmar que los desplazamientos horizontales, correspondientes al soporte metálico, son menores a $H/250$; y los verticales a $2 \cdot L/300$.



ANEXO 1 – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

5. CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES DE LA APARAMENTA

Por tratarse de una subestación normalizada por Iberdrola Distribución Eléctrica las cimentaciones de la aparamenta están tabuladas, por lo que no se considera necesario incluir sus cálculos de forma específica en el presente proyecto.

Para su cálculo se tuvieron en cuenta las siguientes hipótesis de cálculo:

- Velocidad del viento
- Presión del viento sobre las superficies curvas
- Presión del viento sobre las superficies planas
- Peso del equipo
- Esfuerzos electrodinámicos sobre soportes unipolares.

Teniendo en cuenta estos esfuerzos, se asegura la estabilidad al vuelco en las peores condiciones y el coeficiente de seguridad mínimo obtenido es superior a 1,5.



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

**RENOVACIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV**

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 2

CAMPOS MAGNÉTICOS



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



ÍNDICE

1.	<u>OBJETO</u>	3
2.	<u>NORMATIVA VIGENTE</u>	3
3.	<u>CRITERIOS DE APLICACIÓN</u>	4
4.	<u>CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN</u>	4
5.	<u>ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS</u>	5
5.1	<u>CRITERIOS Y CONSIDERACIONES</u>	5
5.2	<u>APLICACIÓN DE SUPERPOSICIÓN</u>	6
6.	<u>RESULTADOS OBTENIDOS</u>	6
7.	<u>CONCLUSIONES</u>	12
8.	<u>PLANOS</u>	12



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

1. OBJETO

El objeto de este anexo es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la subestación eléctrica ST CASTELLÓN EL INGENIO 220/132/66/20 kV.

El estudio comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que, por razón de la actividad de la subestación, puedan alcanzarse en dicho entorno, y su evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente en términos de límites técnicos en relación a las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

Por otro lado, en el RD 337/2014 (Reglamento de Subestaciones) se indica que se deberá realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001

2. NORMATIVA VIGENTE

- RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- RD 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.



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

3. CRITERIOS DE APLICACIÓN

En el RD 1066/2001, se han establecido en el punto 3.1 Niveles de Campo, los niveles de referencia para campos eléctricos y magnéticos, según cuadro adjunto.

3.1 Niveles de campo.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	$0,73/f$	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

RD 1066/2001

Niveles de Referencia:

Rango de Frecuencia
0,025-0,8 kHz

Campo B
 $5/f$ (μT)

Por lo tanto,
$$\frac{5}{f} = \frac{5}{0,05kHz} = 100 \alpha T \text{ (Nivel de Referencia)}$$

Para el campo magnético generado a la frecuencia industrial de 50 Hz, el nivel de referencia establecido es 100 microteslas (100 μT).

4. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

La ST CASTELLÓN EL INGENIO es una Subestación Eléctrica Transformadora 220/132/66/20 kV con todos los equipos eléctricos relativos a los sistemas de 220, 132 Y 66 kV instalados en intemperie. Las celdas de 20 kV están instaladas en el interior de edificios.



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos aquellos criterios que Iberdrola Distribución Eléctrica ha tomado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.
- Equipos eléctricos como celdas son equipos blindados por carcasas metálicas que anulan el campo eléctrico y disminuyen el campo magnético, además se encuentran alejados del cerramiento y protegidos en el interior de un edificio.
- Los transformadores de potencia se encuentran en intemperie separados una distancia prudencial del cerramiento minimizando de esta forma las emisiones al exterior.
- Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campo magnéticos de las mismas.
- Las acometidas de cables de AT/MT se encuentran distribuidas en diferentes puntos como medida de limitar el valor máximo de campo magnético.

5. ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Se ha realizado un análisis y estudio de la emisión magnética producida por cada uno de los equipos eléctricos que constituyen la ST CASTELLÓN EL INGENIO a través del programa simulación de campos magnéticos Oersted Versión 9.2 (de la empresa Integrated Engineering Software).

Los resultados obtenidos a través de la simulación informática son corroborados por las mediciones y muestras de campo magnético realizadas en otras instalaciones de características similares o en funcionamiento por todo el territorio nacional.

5.1 CRITERIOS Y CONSIDERACIONES

El estudio se realiza para los requerimientos de campos fuera de los límites de la subestación, por lo que no se darán valores de campo interiores, por ser zona privada e inaccesible al público.



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

Únicamente se consideran como fuentes de campo magnéticos los equipos y cables eléctricos existentes en el interior del cerramiento, no así los tramos de cable que pudiera haber en el exterior del cerramiento y otros equipos eléctricos ajenos a la subestación que pudiera haber en el exterior.

Para realizar el estudio, se ha considerado con un grado de carga del 100% en cada uno de los principales equipos (transformadores, líneas,..), para considerar una situación en la que se presentaría el mayor grado de emisión de campos.

Una vez conocidos los valores genéricos de campo magnético de cada uno de los elementos potencialmente generadores del mismo, mediante estudios realizados para el fin, se estipula los valores reales teniendo en cuenta la superposición de los mismos. Los valores obtenidos se representan en el plano incluido en el documento nº 4 “Planos” que muestra en planta el contorno exterior de la parcela de la subestación.

5.2 APLICACIÓN DE SUPERPOSICIÓN

Con la finalidad de conocer el valor real del campo magnético generado por el conjunto de dos o más elementos, hay que aplicar la superposición, es decir, aplicar el concepto de que el campo magnético existente en un punto, es la suma del campo magnético generado por cada una de las fuentes de campo magnético en ese preciso punto.

Hay que considerar que el campo magnético es una magnitud vectorial, por lo que la suma a realizar en citados puntos es vectorial.

6. RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se muestran los resultados del campo magnético generado por las principales fuentes de campo magnético de la subestación transformadora:

Las simulaciones y mediciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 15 μT en el contorno de la subestación. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de la subestación, de tal forma que a 20 metros de la instalación estos niveles descienden a 2 μT y a 27 metros los valores de campo magnético son inferiores a 1 μT , y a 35 metros tenemos 0.3 μT .



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

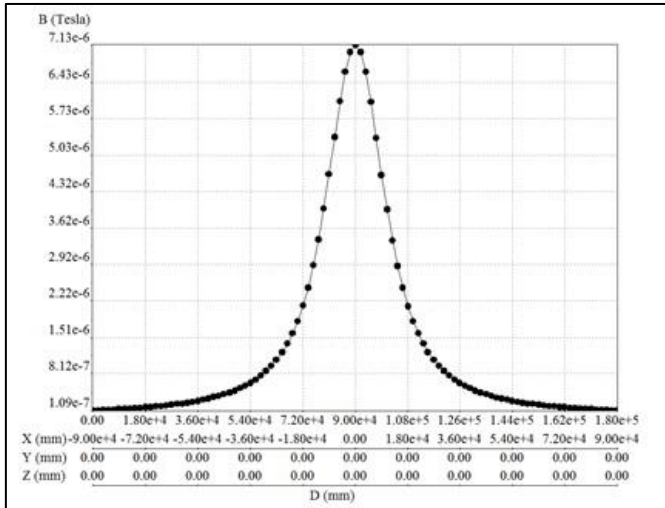


Fig 1 Campo Magnético en pórtico en 220kV aérea simple.

Para el caso de las líneas aéreas en simple circuito de 220 kV que llegan a la subestación, (líneas La Plana-1 y Benadresa), las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 7 μ T. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 7 metros de la instalación estos niveles descienden a 5 μ T, a 11 metros tenemos 2 μ T, a 12 metros son 1 μ T, y a 15 metros aproximadamente 0.3 μ T.

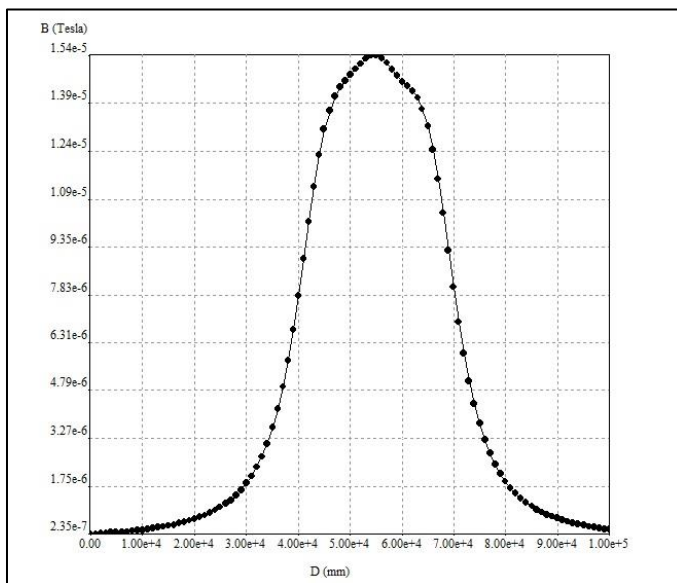


Fig 2 Campo Magnético en pórtico en 132kV aérea triple.

Para el caso de las líneas aéreas en triple circuito de 132 kV que llegan a la subestación, (líneas La Plana, Serrallo-La Plana y línea llegada posición autotransformador), las simulaciones

ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 15 μ T. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 15 metros de la instalación estos niveles descienden a 5 μ T, a 20 metros tenemos 2 μ T, a 25 metros son 1 μ T, y a 30 metros aproximadamente 0.3 μ T.

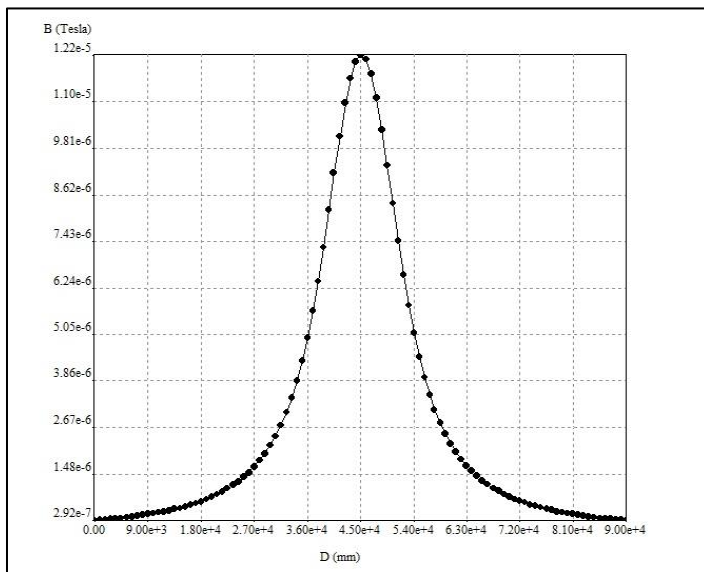


Fig 3 Campo Magnético en portico en 132kV aérea simple.

Para el caso de las líneas aéreas en simple circuito de 132 kV que llegan a la subestación, (líneas Benicasim-Oropesa y línea salida posición autotransformador), las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 12 μ T. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 9 metros de la instalación estos niveles descienden a 5 μ T, a 14 metros tenemos 2 μ T, a 23 metros son 1 μ T, y a 31 metros aproximadamente 0.3 μ T.

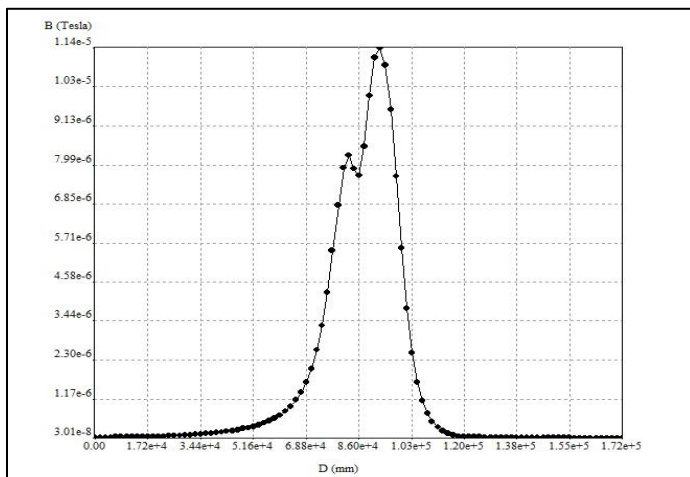


Fig 4 Campo Magnético en portico en 66kV aérea triple.



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

Para el caso de las líneas aéreas en triple circuito de 66 kV que llegan a la subestación, (líneas BP-Oil/1, BP-Oil/2 y Torreblanca-Benicarló), las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 11 μT . Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 9 metros de la instalación estos niveles descienden a 5 μT , a 18 metros tenemos 2 μT , a 27 metros son 1 μT , y a 35 metros aproximadamente 0.3 μT .

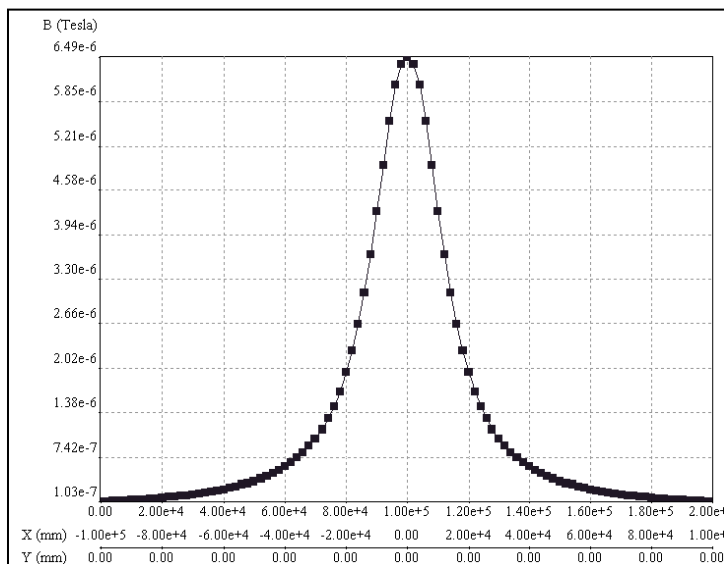


Fig 5 Campo Magnético en acometida en 66kV aérea simple.

Para el caso de las líneas aéreas en seis circuitos de 20 kV que llegan a la subestación, las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de 6 μT . Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 10 metros de la instalación estos niveles descienden a 5 μT , a 20 metros tenemos 2 μT , a 28 metros son 1 μT , y a 35 metros aproximadamente 0.3 μT .



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

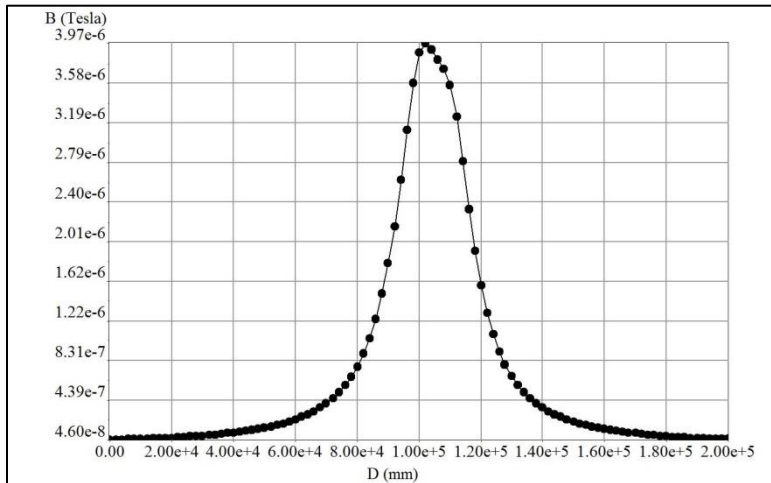


Fig 6 Campo Magnético en acometida en 20kV aérea de seis circuitos.

Para el caso de las líneas aéreas de seis circuitos de 20 kV que llegan a la subestación, las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de $4 \mu\text{T}$. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 10 metros de la instalación estos niveles descienden a $2 \mu\text{T}$, a 20 metros tenemos $1 \mu\text{T}$, a 35 metros son $0.3 \mu\text{T}$.

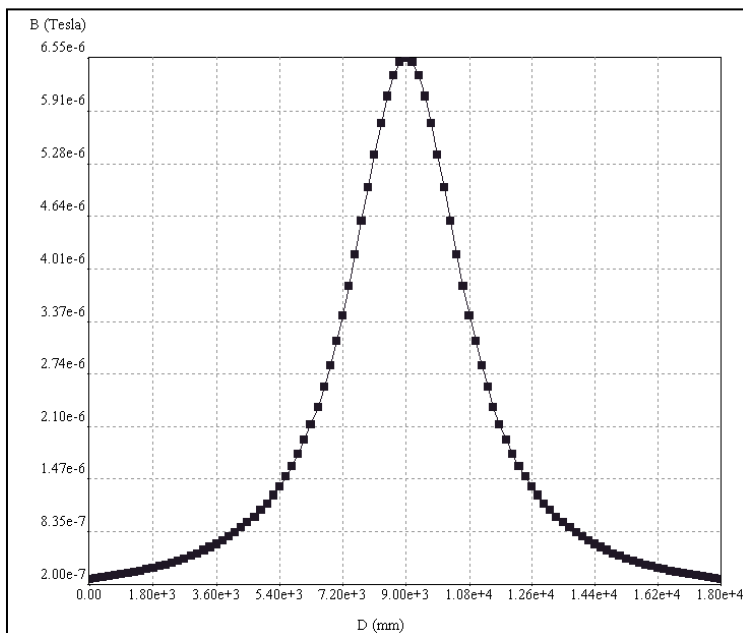


Fig 7 Campo Magnético en acometida en 20kV subterránea de diez circuitos.

Para el caso de las líneas subterráneas de diez circuitos de 20 kV que llegan a la subestación, las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de $6 \mu\text{T}$. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

que a 1 metro de la instalación estos niveles descienden a $5 \mu\text{T}$, a 4 metros tenemos $2 \mu\text{T}$, a 5 metros son $1 \mu\text{T}$, y a 8 metros aproximadamente $0.3 \mu\text{T}$.

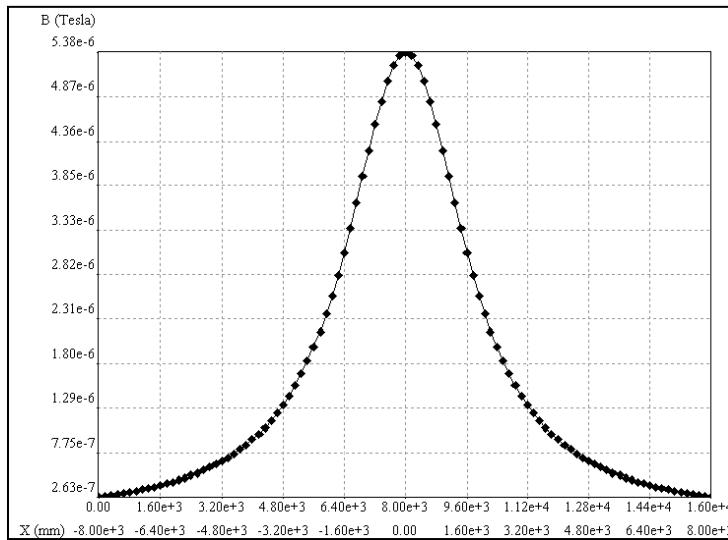


Fig 8 Campo Magnético en acometida en 20kV subterránea de ocho circuitos.

Para el caso de las líneas subterráneas de ocho circuitos de 20 kV que llegan a la subestación, las simulaciones manifiestan un máximo nivel de campo magnético de $6 \mu\text{T}$. Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de dicho contorno de la subestación, de tal forma que a 1 metro de la instalación estos niveles descienden a $5 \mu\text{T}$, a 3 metros tenemos $2 \mu\text{T}$, a 4 metros son $1 \mu\text{T}$, y a 6 metros aproximadamente $0.3 \mu\text{T}$.

El resto de fuentes de campo magnético como el aparellaje, no es simulado dado que los valores de emisión en el exterior son despreciables. En cuanto al edificio de control y celdas: alberga en sus distintas dependencias equipos de baja tensión de control, y las celdas, por lo que las intensidades existentes por estos equipos son bajas, luego igualmente son bajos los campos magnéticos generados y se consideran despreciables frente a los descritos en el apartado anterior.



ANEXO 2 – CAMPOS MAGNÉTICOS

7. CONCLUSIONES

Como conclusión sobre los análisis realizados en cuanto a la actividad de la ST CASTELLÓN EL INGENIO en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, los límites de radiación emitidos están muy por debajo de los límites técnicos establecidos en la normativa vigente, documentación enumerada en el apartado 2 “Normativa Vigente”.

Por consecuencia, se puede decir que las medidas correctoras tomadas en el diseño de la instalación y enumeradas en el apartado 4 “Características de la instalación” son suficientes para cumplir la normativa nacional e internacional de emisiones magnéticas.

8. PLANOS

En el documento nº 4 “Planos”, de este proyecto, se incluye un plano con la representación de las líneas de campo magnético originadas en las proximidades de la subestación.



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RENOVACIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 6

OBRA CIVIL



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



ÍNDICE

1.	<u>BANCADA DE TRANSFORMADOR</u>	3
2.	<u>SISTEMA PREVENTIVO CONTENCIÓN FUGAS DE DIELECTRICO</u>	3
3.	<u>CIMENTACIONES</u>	4
4.	<u>CANALIZACIONES ELÉCTRICAS</u>	4
5.	<u>TERMINADO DEL PARQUE</u>	4



ANEXO 6 – OBRA CIVIL

1. BANCADA DE TRANSFORMADOR

El autotransformador de potencia AT-1 se dispondrá sobre una bancada de hormigón armado ejecutada “in-situ”, compuesta por una cimentación de apoyo y una cubeta solidaria con dicha cimentación para recogida del aceite del transformador en caso de derrame del mismo.

Se construirán a la cota $\pm 0,00$ al igual que los viales.

La bancada dispondrá sobre la cimentación de apoyo carriles de rodadura para la disposición del transformador con ruedas y fijación del mismo en la bancada. Así mismo la bancada incorpora en su diseño un sistema compuesto por dos parrillas de tramex separadas 30 cm, colocando entre ellas grava de aproximadamente 40/60 mm de diámetro, en aras de posibilitar el drenaje del aceite a la cubeta que forma parte de la bancada y evitar así su pérdida y eliminar el peligro de incendio por combustión y la consiguiente propagación de las llamas.

En el documento nº 4 “Planos” del presente proyecto se especifica la bancada prevista en esta instalación.

2. SISTEMA PREVENTIVO CONTENCIÓN FUGAS DE DIELECTRICO

En el hipotético caso de una fuga del material dieléctrico de los transformadores, se ha diseñado un sistema de recogida del mismo compuesto por una cubeta solidaria con la bancada del autotransformador de la cual parte un sistema de evacuación compuesto por tuberías de fundición dúctil y arquetas, que direccionan las posibles fugas hacia el receptor de emergencia.

El receptor de emergencia se encuentra enterrado y dispone un tubo interior sifonado, calibrado y fijado a una determinada distancia del fondo, que permanece constantemente sumergido en el fluido separador constituido por agua. La separación de fases agua – aceite se efectúa automáticamente por efecto de la diferencia de densidades entre ambos fluidos, y el vaciado del agua del receptor una vez se va llenando éste de aceite dieléctrico, también se efectúa automáticamente por efecto de la diferencia de presión hidrostática provocada por el sifón.

El receptor de emergencia será de hormigón armado, de construcción in situ, y tendrá capacidad suficiente para contener el volumen total de dieléctrico del transformador más grande previsto en la instalación, en caso de pérdidas o escapes.



ANEXO 6 – OBRA CIVIL

3. CIMENTACIONES

Se realizarán las cimentaciones necesarias para la fijación y anclaje de las estructuras metálicas de la apartamentada de intemperie y otros elementos auxiliares tales como soportes iluminación, antena telecomunicaciones, detectores antiintrusos, carteles de obra etc...

4. CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Se construirán a base de zanjas registrables, zanjas bajo tubo o arquetas registrables según el caso, todas las canalizaciones necesarias para los cables de potencia, control, alumbrado, fuerza y telecomunicaciones.

Las zanjas se construirán con bloques de hormigón prefabricado, colocados sobre un relleno filtrante en el que se dispondrá un conjunto de tubos porosos que constituirán parte de la red de drenaje, a través de la cual se evacuará cualquier filtración manteniéndose las canalizaciones libres de agua.

5. TERMINADO DEL PARQUE

Acabada la adaptación de las cimentaciones y canalizaciones, se procederá a la extensión de una capa de grava de 10 cm en uniformidad con el existente en el resto del parque.



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RENOVACIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 4

ESTUDIO GESTION DE RESIDUOS



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

RENOVACIÓN

**SUBESTACIÓN TRANSFORMADORA
220/132/66/20 kV**

**ST Castellón El Ingenio
(Castellón)**

FR-68-EGR-00-27

REV 00

18/01/2019

Preparado por: Almudena Gómez

ÍNDICE

1. OBJETO	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN/OBRA	3
3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCD	4
4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RCD	5
5. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RCD	7
6. RETIRADAS Y TRANSPORTES DE RCD	8
7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RCD	10
8. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO PREVISTA PARA RCD	11
9. PLIEGO DE CONDICIONES	12
10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RCD	12

ANEXOS

- ANEXO 1: LISTADO Y GESTIÓN DE RCD
- ANEXO 2: PRESUPUESTO DE LA GESTIÓN DE LOS RCD

1. OBJETO

El objeto del presente documento es desarrollar el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (EGR) para el proyecto técnico administrativo Renovación subestación transformadora de 220/132/66/20 kV ST Castellón El Ingenio, que estima la cantidad de este tipo de residuos que se generarán en la obra, establece las medidas para la prevención de los mismos y concreta las actuaciones a llevar a cabo durante la ejecución de la obra respecto a la manipulación, almacenamiento, recogida y tratamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD).

El presente Estudio de Gestión de Residuos se redacta conforme a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, así como lo indicado en los procedimientos aplicables de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. (en adelante, Iberdrola Distribución).

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN/OBRA

La ST Castellón El Ingenio está ubicada en la provincia de Castellón y más concretamente en el término municipal de Castellón de la Plana. Su cota aproximada de explanación se sitúa en los 27 m sobre el nivel del mar.

La parcela destinada a la instalación se localiza en la coordenada georreferenciada (coordenadas U.T.M 30) siguiente:

X: 754888,33 Y: 4429630,61

Ocupando una extensión de 14.341 m².

La renovación prevista consistirá en las siguientes actuaciones:

- Renovación de todas las posiciones de 132 kV, retirando todos los equipos existentes e instalando seis (6) nuevos equipos conjunto híbrido SF6 (HIS), dieciocho (18) pararrayos y tres (3) transformadores de tensión inductivos, manteniendo la configuración de simple barra.

Los equipos a desmontar son:

- Seis (6) interruptores automáticos, tripolares, de corte en SF6.
 - Dieciocho (18) seccionadores tripolares
 - Dieciocho (18) transformadores de intensidad
 - Tres (3) transformadores de tensión inductivos
- Renovación de todas las posiciones de 66 kV, retirando todos los equipos existentes e instalando seis (6) nuevos equipos conjunto híbrido SF6 (HIS), dieciocho (18) pararrayos y tres (3) transformadores de tensión inductivos, manteniendo la configuración de simple barra.

Los equipos a desmontar son:

- Seis (6) interruptores automáticos, tripolares, de corte en SF6.
- Dieciocho (18) seccionadores tripolares
- Dieciocho (18) transformadores de intensidad
- Sustitución del actual autotransformador AT-1 y su unidad de regulación UR-1, en baño de aceite, de instalación en exterior, existente, por un nuevo autotransformador de potencia trifásico, también en baño de aceite y de instalación exterior, con relación de transformación 220/132/21 kV y 225 MVA de potencia.
- Ejecución de nueva bancada para la ubicación del nuevo transformador.
- Instalación de nuevos armarios de control de las posiciones de 132 kV y 66 kV a renovar, en el edificio de control y celdas existente, en la sala de servicios básicos, que será acondicionada para tal efecto.
- Desmontaje de la conexión entre el parque de 220 kV y el de 132 kV que actualmente se realiza mediante una línea aérea simple, instalando cable aislado de 132 kV usando las galerías visitables existentes y ejecutando nuevos canales.

3. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RCD

Para establecer el cómputo de los tipos y cantidades de RCD se han valorado, además de los datos técnicos establecidos en el presente Proyecto Técnico Administrativo y su presupuesto, los materiales y actividades susceptibles de producir RCD, así como los datos históricos obtenidos de trabajos de alcance y duración semejantes.

Se debe otorgar a este estudio un carácter estimativo; las cantidades de RCD y el coste de su gestión deberán ser ajustados en los correspondientes Planes de Gestión de Residuos de la obra y, sobre todo, en las liquidaciones finales de estos RCD.

La identificación y estimación de la cantidad de RCD que se prevé generar se resume en la tabla del Anexo 1. Los RCD han sido identificados y codificados de acuerdo a la Lista Europea de Residuos (LER) de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Si durante la ejecución de la obra hubiese alguna duda en la identificación y/o clasificación de un RCD se consultará con el promotor. En todo caso los contratistas, como poseedores de los RCD, realizarán las gestiones de todos los RCD generados en la obra.

Básicamente en la ejecución de esta obra se generarán tres tipos de RCD:

- **MATERIALES SOBREPANTES SUSCEPTIBLES DE SER PELIGROSOS**

Las actividades normales de obra a ejecutar para este proyecto no generarán residuos peligrosos como tal, sino materiales que una vez diagnosticados pueden ser clasificados como residuos peligrosos. Este tipo de materiales serán transportados al CAT (Centro de almacenamiento, diagnóstico y transferencia) de acuerdo a la normativa vigente.

Los CAT son centros de almacenamiento y diagnóstico de Iberdrola Distribución y en ellos se analizan exhaustivamente los equipos y materiales enviados, con el objetivo de

reutilizarlos en otras obras. En caso de que la reutilización no fuera posible, se diagnosticaría la generación de un residuo peligroso, gestionándose como tal a partir de este momento.

En el Anexo 1 se indican los tipos y cantidades de materiales sobrantes susceptibles de ser peligrosos que se prevé serán generados en este proyecto.

- **RESIDUOS NO PELIGROSOS (RNP)**

La ejecución de las actividades descritas anteriormente dará lugar a residuos no peligrosos, entre los que destacan los residuos inertes, cuyos tipos y cantidades se indican en el Anexo 1.

- **RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS (RAU)**

Por último, indicar que para estos trabajos también se generarán residuos asimilables a urbanos (restos orgánicos, pequeños envases, etc.). Al igual que en los casos anteriores los tipos y cantidades de este tipo de residuos se indican en el Anexo 1.

4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RCD

Se llevarán a cabo las siguientes medidas para la prevención de RCD en obra, de tal forma que se minimice todo lo posible su generación:

- Se realizarán controles y supervisiones periódicas de las pautas establecidas en el presente documento, informando del cumplimiento a través de informes y otros medios de comunicación, velando por su completa implantación.
- Cualquier problema que surja durante la ejecución en la implantación de las medidas y procesos marcados por el presente documento será comunicado al promotor de la obra.
- Se planificará, atendiendo a criterios técnicos y ambientales, la distribución de las infraestructuras necesarias para la ejecución de la obra, de forma que desde antes del comienzo de cada actividad queden bien establecidas las ubicaciones de, maquinaria, materiales sobrantes y residuos, en su caso casteas, baños, etc.
- En los casos en los que sea necesaria la instalación de baños portátiles, su ubicación y gestión estará bien delimitada y establecida desde el inicio.
- El parque de maquinaria estará bien establecido y delimitado. Se realizarán revisiones periódicas de las máquinas que lo componen, para prevenir derrames y para confirmar que estén en buen estado.
- Para evitar derrames no se realizará ningún tipo de reparación, mantenimiento o recarga de maquinaria en la obra. Aquellas actuaciones de mantenimiento de maquinaria imprescindibles para el uso de ésta, y para las que no sea factible el desplazamiento a un taller, se podrán realizar in situ siempre que se utilicen medios de contención y prevención de derrames correctos y suficientes para evitar cualquier accidente (impermeabilización de suelos, bandejas antiderrames, absorbentes, etc.).

- Todas las máquinas tendrán al día sus ITV y marcados CE y se promoverá la elección de maquinaria y material con etiquetas ecológicas y sistemas de certificación forestal acreditables.
- Se mantendrá la obra limpia y ordenada, así como las calles, montes, aceras, pasajes, superficies ajardinadas y demás zonas comunes de dominio particular y público.
- Los acopios de materiales y residuos estarán localizados en los lugares establecidos y se delimitarán siempre mediante cintas de balizamiento. Los materiales a utilizar se preservarán del deterioro, acopiándolos, en la medida de lo posible, en zonas protegidas de robos, lluvia, insolación y otros factores degradantes.
- Se llevará un estricto control de los acopios de materiales a utilizar, evitando la pérdida, abandono y deterioro de materias primas potencialmente aprovechables. Se vigilará el correcto empleo y uso de los materiales y sus cantidades para sus funciones, evitando derroches.
- Se elegirán siempre que sea posible materiales sin envolturas y envases innecesarios, prevaleciendo los materiales a granel, y se fomentará la utilización de envases y embalajes fabricados con materias primas renovables, reciclables y biodegradables, como el papel, el cartón ondulado, el cartón compacto o la madera.
- Se promoverá el uso responsable del papel, minimizando en lo posible la utilización del mismo.
- Se dispondrá de los suficientes medios de contención y prevención de derrames, así como de lo necesario para su retirada en caso de que suceda un incidente.
- En todo momento se identificarán los responsables de implantación de los procesos de gestión de RCD, encargados de implantar cada una de las medidas propuestas así como de informar de éstas y de cualquier problema que surja en su implantación.
- Se informará a todos los trabajadores de las buenas prácticas, medidas y medios establecidos para la gestión de los RCD, realizándose, si es necesario, campañas de sensibilización e información.
- Se velará para que todo trabajador sepa identificar los RCD que se van a generar en su actividad, conozca la situación de los distintos acopios y separe cada uno conociendo sus obligaciones al respecto de la gestión de los RCD.
- Se establecerán y coordinarán las retiradas de RCD, evitando en todo momento el rebose de contenedores o retrasos en la ejecución de obra.
- Todos los materiales susceptibles de considerarse residuo serán reutilizados en la propia obra siempre que sea posible o, en su defecto, en otras obras o actividades, evitando en lo posible la generación de residuos.

5. OPERACIONES DE VALORIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE RCD

A continuación se indican las opciones de valorización (reutilización y reciclaje), teniendo en cuenta la premisa de priorizar ésta, y eliminación que se realizarán sobre los RCD generados en la obra (las cuales se concretan por cada residuo en la tabla del Anexo 1):

- VALORIZACIÓN DE RCD

Todo material, equipo o máquina, antes de ser considerado residuo y siempre que sea posible, debe reutilizarse. Es fundamental para conseguir reutilizar al máximo ejercer una correcta planificación y ejecución de los acopios de RCD.

El orden de prioridad establecido para las reutilizaciones es el siguiente:

1. Reutilización en la propia obra.
2. Reutilización en otras obras o instalaciones de la compañía.
3. Reutilización en otras obras de terceros.

Cuando el material, equipo o máquina no pueda reutilizarse, pasará a considerarse residuo y se gestionará a través de una empresa autorizada específica para el residuo, quién lo someterá, siempre que sea posible, a tratamientos de reciclaje apropiados.

Por tanto, todos los residuos de obra serán reciclados siempre que sea posible, en función de su naturaleza, no destinándose ningún residuo a eliminación directa.

Las operaciones de reciclaje a las que se sometan los residuos que se produzcan serán las especificadas por los correspondientes gestores en sus autorizaciones y en los documentos de control y seguimiento correspondientes a cada residuo.

Los acopios de estos materiales, sus transportes y gestión se acogerán a lo dispuesto en los correspondientes apartados de acopio, segregación, contenedores y transportes del presente documento y a la normativa específica vigente. Se dispondrá de toda la documentación resultante de la gestión de cada residuo que justifique su trazabilidad y asegure el sometimiento a estos procesos de valorización.

En lo que respecta a estos procesos por residuos, cabe destacar lo siguiente:

- Para residuos no peligrosos el proceso de valorización más común es, atendiendo a lo regulado en el Anexo II de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, el R13 acumulación de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R12.
- Para los residuos peligrosos (en caso de que sean así diagnosticados en el CAT) los procesos de valorización más comunes, atendiendo a lo regulado en el Anexo II de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, son:
 - R1 (Utilización principal como combustible o como medio de generar energía).
 - R3 (Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolventes).

- R13 (Acumulación de residuos para someterlos a cualquiera de las operaciones enumeradas entre R1 y R12).
- R5 (Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas).
- Las operaciones de valorización de los residuos asimilables a urbanos que se produzcan serán realizadas a través de los servicios municipales disponibles.
- ELIMINACIÓN DE RCD

Tal y como se ha indicado, durante la obra se velará para que ningún residuo se elimine directamente si es viable su valorización previa, y la eliminación siempre será la última opción a considerar. La eliminación se realizará en vertedero autorizado específicamente diseñado para el tipo de residuo a entregar.

Las operaciones de eliminación efectuadas por cada gestor de residuos y tipo de residuo vendrán determinadas durante la ejecución de la obra, en las autorizaciones y certificados de entrega.

Las operaciones de eliminación que suelen realizarse, atendiendo a lo regulado en el Anexo I de la Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados, son las siguientes:

- D15 (Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones enumeradas entre D1 y D14).
- D5 (Depósito controlado en lugares especialmente diseñados).
- D9 (Tratamientos físico-químicos no especificados por otros procedimientos).

Se revisará y archivará (por un plazo mínimo de 5 años) la documentación justificativa de la trazabilidad de todos los residuos que se destinen a eliminación. Se atenderá a lo dispuesto por la normativa vigente en la materia.

6. RETIRADAS Y TRANSPORTES DE RCD

Las retiradas y transportes de RCD se realizarán conforme a la normativa vigente, a través de transportistas autorizados para los diferentes tipos de materiales y residuos que se desplazan.

Todas las retiradas de RCD serán registradas documentalmente y de inmediato en la obra. El registro de retiradas estará siempre actualizado y disponible en la obra. Se dispondrá de la documentación que lo justifique según la normativa, procedimientos y manuales aplicables. No quedará ningún RCD sin retirar tras la finalización de los trabajos.

Las retiradas y transportes de cada tipo de RCD se realizarán del siguiente modo:

- Retiradas de materiales susceptibles de ser peligrosos: el transporte será realizado lo antes posible conforme en todo momento a la normativa vigente que regula las cargas, descargas y transportes por carretera. En caso de que el material sobrante sea también mercancía peligrosa deberá cumplir los requisitos derivados del ADR, no sólo durante su envío al CAT, sino durante tránsitos intermedios que pudieran producirse (con excepción

de las exenciones previstas en el propio ADR). Hasta su retirada estos materiales serán acopiados según lo dispuesto en el presente documento.

En el momento en el que se genere un material sobrante susceptible de ser peligroso, se procederá a su acopio (según lo dispuesto en el presente documento) y se retirará antes de 6 meses. El responsable de la retirada, entre otras acciones, comprobará que la matrícula del vehículo esté recogida en la autorización correspondiente.

- Retiradas de residuos no peligrosos: Se realizarán mediante gestores y transportistas autorizados conforme a la normativa vigente que regula las cargas, descargas y transportes de residuos no peligrosos e inertes, según los casos. Estas retiradas se harán lo antes posible según las necesidades de obra sin incumplir los plazos legales establecidos. Hasta su retirada, los residuos serán acopiados según lo dispuesto en el presente documento.
- Retiradas de residuos asimilables a urbanos: Se realizarán a través de los medios municipales disponibles.

En todo caso se ejecutarán las siguientes medidas en obra para las retiradas y transportes de RCD:

- Se vigilará que ningún RCD quede sin retirar tras la finalización de los trabajos ni esté almacenado más tiempo del regulado por la normativa vigente.
- Se velará por la implantación de las medidas relativas a la retirada y transporte de materiales y residuos de la obra.
- Todas las cargas y descargas de residuos y materiales susceptibles de serlo se realizarán en presencia de un responsable.
- Se comprobará que el vehículo sea apto para el transporte y cumpla las condiciones mínimas legales establecidas.
- Se comprobará que ningún material o residuo quede desperdigado o disperso por la obra y zonas colindantes, quedando la zona de carga y descarga en perfecto orden y limpieza.
- Todos los transportes de residuos y materiales susceptibles de serlo se realizarán directamente desde la obra a los lugares asignados, no pudiendo almacenarse en otro lugar no autorizado.
- Se realizarán los avisos de retirada en los plazos y formas exigidas en la normativa y procedimientos de Iberdrola Distribución.
- Los transportistas deberán tomar las precauciones necesarias para evitar pérdida de residuos, materiales y, en caso de ser necesario, levantamientos de polvo.
- Las cargas y transportes se harán dentro de las zonas y horarios legales establecidos.
- Se dispondrá de toda la documentación previa aplicable: autorizaciones del transportista, autorizaciones del gestor, documentos de aceptación, cartas de porte, listas de comprobación, etc.

- Los contenedores de residuos asimilables a urbanos que contengan residuos en su interior se vaciarán en los contenedores municipales más cercanos de manera regular o se dispondrán en la vía pública siguiendo los horarios y pautas legales vigentes.

7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RCD

Los RCD serán segregados en obra de acuerdo a su naturaleza, requisitos legales que los regulan y las operaciones de reciclado y valorización establecidas para ellos. En el Anexo 1 de este documento se indica la segregación de los RCD que se prevé generar.

Conforme a lo regulado en el Art. 5 del Real Decreto 105/2008, los RCD, deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

TABLA DE CANTIDADES UMBRAL	
RESIDUO	Cantidad umbral (t)
Hormigón	80
Ladrillos, tejas, cerámicos	40
Metal	2
Madera	1
Vidrio	1
Plásticos	0,5
Papel y cartón	0,5

Las áreas y contenedores de los distintos tipos de RCD se agruparán en función de su naturaleza en zonas concretas. En la obra esta zona de almacenamiento / acopio será la indicada en el apartado 8 del presente documento.

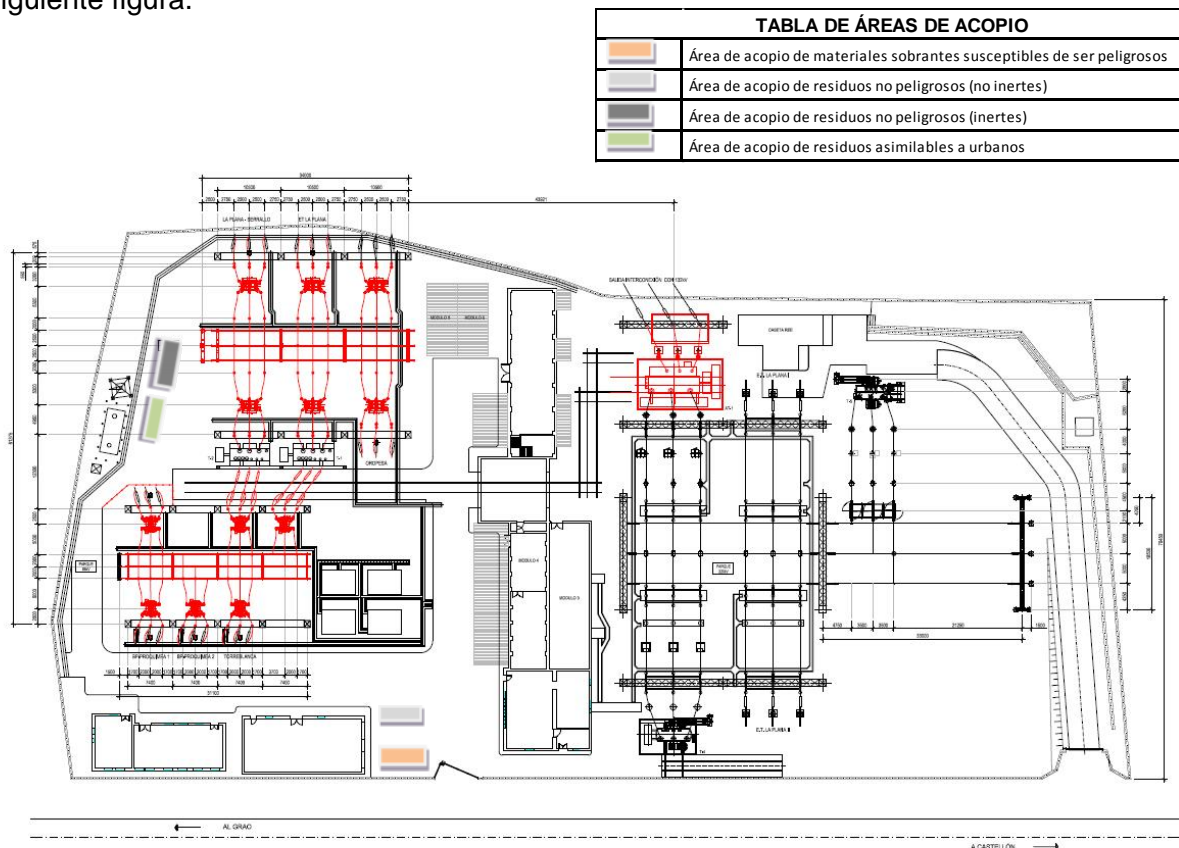
Para la separación de RCD en obra se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Las zonas de acopio/almacenamiento de residuos se señalarán e identificarán mediante carteles visibles y legibles en los que se identifiquen los residuos o materiales que contiene y la contrata a la que pertenecen.
- Para los residuos y materiales a segregar que sea necesario se dispondrá de contenedores para poder acopiarlos separadamente. Se asegurará que nunca lleguen a rebasarse las capacidades de estos contenedores.
- Los contenedores estarán siempre identificados, localizados y ubicados en los lugares indicados en la documentación de cada proyecto, cumpliendo las características reguladas por la normativa legal vigente. Así mismo los contenedores deberán adaptarse siempre a la tipología del material o residuo que contienen. Las empresas que realicen los trabajos estarán informadas de los requisitos mínimos necesarios que debe cumplir cada contenedor y de su ubicación en los distintos puntos de acopio.

- La disposición, mantenimiento y retirada de los contenedores de obra es responsabilidad de las contratas.
- No se ubicará ningún contenedor fuera de la obra (ejemplo vía pública) sin la preceptiva autorización administrativa.
- Los contenedores de residuos susceptibles de generar suspensión de polvo o materiales pulverulentos se cubrirán con lonas, especialmente al final de la jornada laboral y siempre que estén llenos.
- Los contenedores se dispondrán con una separación unos de otros que evite mezclas (recomendado 0,5m) y con una accesibilidad tal que el uso por los trabajadores cumpla las medidas de seguridad, permita el tránsito del personal y su fácil manejo (recomendado 1m). Siempre quedará un lateral del contenedor libre para la recogida y utilización. Permanecerán siempre en correcto estado de orden y limpieza, realizándose batidas diarias que eviten la dispersión de los residuos y materiales que contienen por la obra e inmediaciones.
- Durante los traslados de RCD en el interior de la zona de obras se respetarán las normas establecidas de velocidad, para evitar pérdidas de carga y levantamiento de polvo.

8. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ACOPIO PREVISTA PARA RCD

Para llevar a cabo una correcta segregación, almacenamiento y recogida de RCD, se proyectará la instalación de unas áreas o puntos limpios, cuya localización se puede ver en la siguiente figura.



En caso de modificación del lugar diseñado para los puntos limpios, se enviará al promotor la nueva modificación, que deberá estar acordada con los responsables ambientales de la obra.

9. PLIEGO DE CONDICIONES

El presente documento se incluirá en los Pliegos de Condiciones en lo referente a la gestión de los residuos de obra para la contratación de los trabajos y deberá ser cumplido. Cualquier modificación del mismo deberá ser indicada en el Plan de Gestión de Residuos (PGR) que cada contratista deberá realizar de forma previa al inicio de la obra.

10. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RCD

El Anexo 2 recoge el coste estimado para la gestión global de RCD planificada en este documento. Este presupuesto se concretará en los correspondientes Planes de Gestión de Residuos.

Los precios se han obtenido del análisis de obras de características y alcance similar, si bien no dejan de ser precios estimativos que deberán concretarse en las liquidaciones finales de la obra.



ANEXO 1

LISTADO Y GESTIÓN DE RCD

IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR					SEGREGACIÓN		ACOPIO		TRANSPORTES	TRATAMIENTO		
NATURALEZA	NOMBRE				m3	t	OBLIGACIÓN	DESCRIPCIÓN	CONTENEDORES / ÁREAS RECOMENDADAS	Nº CONTENEDOR ESTIMADO	Nº TRANSPORTES ESTIMADO	TIPO DE TRATAMIENTO
Materiales sobrantes susceptibles de ser peligrosos	Aceite dieléctrico usado				77,025	89,350	SI	Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	NA (retrada mediante camión cisterna)	NA	1	Diagnóstico para determinar su naturaleza y tratamiento
	Equipos o botellas que contienen o han contenido SF6				4,098	9,300	SI	Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Área de acopio balizada e impermeabilizada.	NA	1	Diagnóstico para determinar su naturaleza y tratamiento
	Equipos que contienen aceite dieléctrico				248,444	207,250	SI	Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Área de acopio balizada e impermeabilizada.	NA	1	Diagnóstico para determinar su naturaleza y tratamiento
	Material impregnado de contaminante (trapos, papel y material absorbente impregnados de aceite u otro contaminante)				0,050	0,107	SI	Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Sacas big-bag impermeabilizadas. 	1	1	Diagnóstico para determinar su naturaleza y tratamiento
	Restos de pinturas, barnices, etc. (envases, aerosoles, etc.)				6,071	0,085	SI	Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Área de acopio balizada e impermeabilizada.	NA	1	Diagnóstico para determinar su naturaleza y tratamiento
NATURALEZA	CÓDIGO	NOMBRE			m3	t	OBLIGACIÓN	DESCRIPCIÓN	CONTENEDORES / ÁREAS RECOMENDADAS	Nº CONTENEDOR ESTIMADO	Nº TRANSPORTES ESTIMADO	TIPO DE TRATAMIENTO
Residuos no peligrosos (no inertes)	150101	Envases de papel y cartón sin sustancias peligrosas			6,840	3,420	SI	Procedente de nuevos equipos. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Contenedor metálico tapado de 9 m3 	1	1	Valorización
	150102	Envases de plástico sin sustancias peligrosas			8,440	4,220	SI	Procedente de nuevos equipos. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Contenedor metálico tapado de 9 m3 	1	1	Valorización
	150103	Envases de madera (incluidas BOBINAS) sin sustancias peligrosas			17,200	8,600	SI	Procedente de nuevos equipos. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Área balizada y señalizada.	NA	3	Valorización
	160214	Equipos desechados sin sust. Peligrosas			5,270	33,465	SI	Procedentes del desmontaje. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Área balizada y señalizada.	NA	2	Valorización
	170402	Cables de aluminio desnudo (Al limpio)			0,248	0,670	SI	Procedentes del desmontaje. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Sacas big-bag 	1	1	Valorización
	170402	Cables de aluminio-acero y cables de aluminio aislado (Al-Ac, Al PVC)			0,017	0,046	SI	Procedentes de montaje de nuevos cables. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Sacas big-bag 	1	1	Valorización
	170401	Cables de cobre desnudo, varillas, pletinas, tubos (Cu limpio)			0,001	0,004	SI	Procedentes del montaje de nuevos cables. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Sacas big-bag 	1	1	Valorización
	170407	Metales mezclados			0,085	0,542	SI	Procedente del montaje de nuevos equipos. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Sacas big-bag 	1	1	Valorización
170203	Plásticos (Excepto envases) (tubos corrugados PVC, PET)			0,050	0,005	NO	Procedentes del montaje. A pesar de que no sea obligatorio, se segregarán del resto para su correcta valorización.	Sacas big-bag 	1	1	Valorización	
Residuos no peligrosos (inertes)	170504	Excedente de tierras y piedras no contaminadas			550,000	1100,000	SI	Procedentes de las excavaciones. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Contenedor metálico tapado de 40 m3 	2	7	Valorización
	170101	Hormigón (no solo bancada o cimentación)			13,300	29,526	SI	Procedente de demoliciones y nuevas cimentaciones. Se segregará del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Contenedor metálico tapado de 14 m3 	1	1	Valorización
R.A.U.	Envases ligeros			4,080	0,102	SI	Generados por la presencia de trabajadores. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Contenedor urbano de plástico con ruedas 	1	NA	Valorización	
	Fracción resto			0,598	0,374	SI	Generados por la presencia de trabajadores. Se segregarán del resto para dar cumplimiento a la normativa.	Contenedor urbano de plástico con ruedas 	1	NA	Valorización	



ANEXO 2

PRESUPUESTO DE LA GESTIÓN DE LOS RCD

	MSRP	RNP (In)	RNP	RAU	TOTAL
Ejecución de acopio/s	60,00 €	15,00 €	50,00 €	0,00 €	125,00 €
Alquiler/compra contenedores	20,00 €	480,00 €	335,00 €	10,00 €	845,00 €
Transportes de obra a gestión	1.580,00 €	160,00 €	650,00 €	0,00 €	2.390,00 €
Caracterización de materiales	0,00 €	3.000,00 €	0,00 €	0,00 €	3.000,00 €
Gestión/tratamiento	40.300,00 €	1.305,00 €	305,83 €	0,00 €	41.910,83 €
Gestión documental	60,00 €	180,00 €	84,00 €	0,00 €	324,00 €
					48.594,83 €

MSRP Materiales sobrantes susceptibles de ser peligrosos
 RNP (In) Residuos no peligrosos (Inertes)
 RNP Residuos no peligrosos (No Inertes)
 RAU Residuos asimilables a urbanos



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

RENOVACIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

ANEXO - 5

ESTUDIO DE NIVELES ACÚSTICOS



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

ÍNDICE

1.	<u>OBJETO</u>	3
2.	<u>NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO</u>	4
3.	<u>ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN EL ENTORNO DE LA SUBESTACIÓN</u>	6
4.	<u>CONCLUSIONES</u>	8

ANEXO 5 – ESTUDIO NIVELES ACÚSTICOS

1. OBJETO

El presente estudio tiene como objeto evaluar los niveles de ruido generados por la ST CASTELLÓN EL INGENIO tras la ejecución del proyecto de renovación, así como, en el caso de que resultase necesario, proponer y evaluar posibles medidas correctoras para dar cumplimiento a los niveles máximos de ruido requeridos en la normativa aplicable.

Las principales fuentes de ruido de la ST CASTELLÓN EL INGENIO serán los transformadores de potencia existentes en la actualidad (T-1, T-2, T-4 y T-5), el nuevo autotransformador que sustituirá al actual (AT-1) y los equipos de climatización de los principales edificios.

ANEXO 5 – ESTUDIO NIVELES ACÚSTICOS

2. NIVELES DE EMISIÓN DE RUIDO

Respecto a los ruidos que los transformadores de potencia generarán, se tomarán los valores de potencia medidos *in situ*, conforme a los requerimientos de la norma UNE-EN 60076-10, siendo estos los siguientes:

Transformador T-1 (ONAF)									
Bandas de octava en Hz (dBA)									
31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Total (dB(A))
89	88	105	100	94	88	81	77	71	96

Transformador T-2 (ONAF)									
Bandas de octava en Hz (dBA)									
31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Total (dB(A))
90	106	100	97	94	87	86	74	74	95

Transformador T-4 (ONAF)									
Bandas de octava en Hz (dBA)									
31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Total (dB(A))
86	93	92	84	77	69	63	59	59	80

Transformador T-5 (ONAF)									
Bandas de octava en Hz (dBA)									
31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Total (dB(A))
95	94	93	89	85	81	75	71	71	87

Tabla 1. Potencia sonora transformadores de potencia.

Respecto a los ruidos que el nuevo autotransformador generará, se tomará el valor de presión sonora exigido por Iberdrola Distribución en sus Normativa Interna y que es garantizado por el fabricante del mismo, siendo este el siguiente:

ANEXO 5 – ESTUDIO NIVELES ACÚSTICOS

Autotransformador T-1	
ONAN	63 dB(A) a 0,3 m
ONAF	65 dB(A) a 2,0 m

Tabla 2. Potencia sonora autotransformador (AT-1).

Para la emisión de ruido de los equipos de climatización, se considerará el valor garantizado por uno de los fabricantes habituales. En total se considerarán ocho equipos de climatización, repartidos por los distintos edificios de la subestación.

Climatizadora									
Bandas de octava en Hz (dBA)									
31,5	63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	Total (dB(A))
0	73	64	64	58	58	51	44	0	62

Tabla 3. Potencia sonora de cada unidad de climatización.

ANEXO 5 – ESTUDIO NIVELES ACÚSTICOS

3. ESTIMACIÓN DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA EN EL ENTORNO DE LA SUBESTACIÓN

Para la estimación de los niveles de presión sonora debidos al funcionamiento de la ST CASTELLÓN EL INGENIO, se ha utilizado el software Cadna-A, desarrollado por la empresa alemana Datakustic GmbH.

Este software utiliza como método de cálculo para la estimación del ruido industrial la norma ISO 9613-2¹, método recomendado en las Directivas 2002/49 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental y 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen los métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49.

Los receptores sensibles considerados se han localizado en el límite de propiedad de la subestación (R1 a R10), así como en puntos discretos ubicados en las zonas aledañas (R11 a R14). Según la clasificación de usos del suelo del Estudio Acústico del Plan General Estructural del Ayuntamiento de Castellón (2017), los puntos R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R12, R13 y R14 se ubican en suelo industrial y los receptores R1, R2 y R10 en suelo terciario. El receptor R11 se ubica junto una zona de viviendas, en suelo no urbanizable.



Figura 1. Receptores sensibles considerados.

¹ ISO 9613-2. Acústica. Atenuación del sonido cuando se propaga en el ambiente exterior. Parte 2: Método general de cálculo.

ANEXO 5 – ESTUDIO NIVELES ACÚSTICOS

Como valores límite de ruido se han considerado los establecidos en el Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Cosell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios, para los usos de suelo antes indicados.

Uso dominante	Nivel Sonoro Día (dB(A))	Nivel Sonoro Noche (dB(A))
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

Tabla 4. Niveles límite de ruido.

Para la estimación de los niveles de presión sonora en los receptores antes indicados, se han considerado fuentes de ruido descritas en el apartado anterior, así como un apantallamiento acústico en la cara sur del autotransformador AT-1, siendo los resultados calculados los siguientes:

Punto de medida	Nivel de presión sonora estimado	Nivel límite Día	Nivel límite Noche	Uso de Suelo	Altura
	dB(A)	dB(A)	dB(A)		(m)
R1	43	65	55	Terciario	2
R2	53	65	55	Terciario	2
R3	51	70	60	Industrial	2
R4	57	70	60	Industrial	2
R5	47	70	60	Industrial	2
R6	47	70	60	Industrial	2
R7	40	70	60	Industrial	2
R8	45	70	60	Industrial	2
R9	44	70	60	Industrial	2
R10	50	70	60	Industrial	2
R11	44	55	45	Residencial	2
R12	44	70	60	Industrial	2
R13	45	70	60	Industrial	2
R14	39	70	60	Industrial	2

Tabla 5. Niveles de presión sonora estimados.

ANEXO 5 – ESTUDIO NIVELES ACÚSTICOS

4. CONCLUSIONES

Es de significar que las condiciones de cálculo que arrojan los valores mostrados en la Tabla 5 suponen la situación más extrema que se pudiera dar durante el funcionamiento de la subestación, a saber, máxima demanda de energía y coincidencia simultánea de todas las ventilaciones forzadas de los transformadores de potencia (incluido el autotransformador AT-1) y unidades climatizadoras de los distintos edificios.

Por otra parte dichas condiciones, improbables de darse en circunstancias normales de explotación son, en todo caso, imposibles de acontecer en la práctica durante el período nocturno en el que es evidente que la demanda de energía desciende de manera considerable como consecuencia de la disminución generalizada del nivel de actividad en dicho período y la energía a disipar en los transformadores de potencia y en el interior de los edificios.

El Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas de prevención y corrección de las edificaciones, obras y servicios, establece los valores límite de inmisión de ruido que se muestran en la Tabla 4 para las zonas afectadas.

Teniendo en cuenta estos valores límite y los niveles de presión sonora estimados en los receptores considerados podemos concluir que la ST CASTELLÓN EL INGENIO cumple con aquellos en los periodos considerados (día y noche).



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

**RENOVACIÓN DE SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV**

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

DOCUMENTO Nº 2

PLIEGO DE CONDICIONES



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

**El Ingeniero Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco
Febrero 2019**



ÍNDICE

1.	<u>OBJETO</u>	4
2.	<u>ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS</u>	5
3.	<u>DISPOSICIONES GENERALES</u>	6
3.1	<u>SEGURIDAD EN EL TRABAJO</u>	6
3.2	<u>GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL</u>	6
3.3	<u>CÓDIGOS Y NORMAS</u>	7
3.4	<u>CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN POR CONTRATA</u>	8
4.	<u>CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL</u>	9
4.1	<u>RELLENOS</u>	9
4.2	<u>HORMIGONES</u>	9
4.3	<u>ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES</u>	10
4.4	<u>MORTEROS</u>	10
4.5	<u>CEMENTOS</u>	11
4.6	<u>AGUA</u>	11
4.7	<u>ARMADURAS</u>	11
4.8	<u>PIEZAS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO</u>	12
4.9	<u>MATERIALES SIDERÚRGICOS: CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS</u>	12
4.10	<u>LAMINADOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS</u>	12
5.	<u>CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS</u>	13
5.1	<u>MANUALES DE MÉTODOS APLICABLES</u>	13
5.2	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>	14
5.2.1	Desbroce y limpieza del terreno	14
5.2.2	Demoliciones	14
5.2.3	Escarificación y compactación	14
5.2.4	Excavaciones, rellenos, terraplenes, sub. bases granulares, red de drenajes...	14
5.3	<u>HORMIGONES</u>	15
5.4	<u>PAVIMENTOS DE HORMIGÓN</u>	16
5.5	<u>ARMADURAS</u>	16
5.6	<u>LAMINADOS</u>	16



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

5.7	<u>ENCOFRADOS</u>	16
5.8	<u>PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO</u>	16
5.9	<u>ESTRUCTURA METÁLICA</u>	16
5.10	<u>EMBARRADOS Y CONEXIONES</u>	17
5.11	<u>APARAMENTA</u>	17
5.11.1	Interruptores	17
5.11.2	Seccionadores	17
5.11.3	Resto de la aparamenta	18
5.12	<u>TRANSFORMADORES Y REACTANCIAS DE POTENCIA</u>	18
5.13	<u>BATERIAS DE CONDENSADORES</u>	19
5.14	<u>CELDAS BLINDADAS DE MEDIA TENSIÓN</u>	19
5.15	<u>CABLES DE POTENCIA</u>	20
5.16	<u>CABLES DE FUERZA Y CONTROL</u>	20
5.17	<u>PUESTA A TIERRA</u>	20
6.	<u>PLAN DE CONTROL DE CALIDAD</u>	22
7.	<u>RECEPCIÓN DE LAS OBRAS</u>	25



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de las obras del proyecto, así como las condiciones técnicas y control de calidad que han de cumplir los materiales utilizados en el mismo.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican, no tienen carácter limitativo, teniendo que efectuar además de las indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

2. ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

CPC:	Condiciones Particulares de Contratación.
PGCT:	Pliego General de Condiciones Técnicas de Obra Civil.
NI:	Normas de Iberdrola.
IEC:	International Electrotechnical Commission.
UNE:	Una Norma Española.
MOPT:	Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
NLT:	Normas de ensayo del Laboratorio del Transporte y mecánica del suelo.
MAT:	Muy Alta Tensión.
AT:	Alta Tensión.
MT:	Media Tensión.
BT:	Baja Tensión.
ET:	Especificación /es Técnica/s.
M-HS-XX:	Manuales de Métodos áreas civil y montaje.
M-HM-XX:	
EHE:	Instrucción de Hormigón Estructural
BOE:	Boletín Oficial del Estado.
PG3:	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, al amparo de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales se incluye en el presente proyecto, el Estudio de Seguridad y Salud correspondiente para su ejecución, en base al cual cada Contratista elaborará un Plan que deberá ser aprobado por el Coordinador en materia de seguridad y salud nombrado al efecto por el promotor, previo al inicio de las obras.

Además se tendrá en cuenta la normativa:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas, edición 2ª revisada (AMYS), o en su caso la última edición o revisión de la misma.
- Normas, Procedimientos y Requisitos de Seguridad aplicables a los trabajos en instalaciones de AT y MAT.
- RD 614/2001 “Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico”.
- RD 1627/1997 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción”.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/95, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de Coordinación de actividades empresariales.
- Manuales de Organización de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U.

3.2 GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Todas las obras del proyecto se ejecutarán garantizando el cumplimiento de la legislación y reglamentación medioambiental aplicable.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

3.3 CÓDIGOS Y NORMAS

Todas las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones se ejecutarán cumpliendo las normas y recomendaciones en su última edición ó revisión que les sean de aplicación y estén vigentes en el momento del inicio de las mismas.

Entre ellas se tendrán en cuenta las siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC – RAT).
- Reglamento Electrotécnico para BT. (RD 842/2002, de 2 de Agosto)
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el suministro de Energía.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de AT.
- Normas “UNE”, “IEC” y aplicables.
- Manuales Técnicos y Especificaciones Técnicas aplicables.
- Manuales Técnicos, Manuales de Organización y Normas de Iberdrola Distribución Eléctrica aplicables.
- CTE aplicables.
- Instrucciones de carreteras (Secciones de firme 6.1 IC, 6.2 IC y secciones aplicables).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes (PG-3), con sus correspondientes revisiones y actualizaciones, tanto en el BOE como en el propio documento.
- Instrucción para la recepción de cementos (RC-16) aprobada por el Real Decreto 256/2016, de 10 de junio.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.
- Instrucciones Técnicas del fabricante, aplicables a los equipos y componentes a instalar y correspondientes a almacenamiento, manipulación, montaje, ensayos y puesta en servicio.
- NLT.
- Norma DB-SE-A “Estructuras de acero laminado en edificación”.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

3.4 CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN POR CONTRATA

Serán las que vengan reflejadas en las “Condiciones Generales del Grupo Iberdrola para la Contratación de Obras y Servicios” (CGC-OS-ES 01) Edición 1ª de Julio 2013, así como las descritas en las condiciones particulares de contratación.

Además de las condiciones anteriormente indicadas, la contrata está obligada al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio Familiar y de Vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

4. CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE LA OBRA CIVIL

Los componentes fundamentales de la Subestación están definidos en la Memoria Descriptiva y en los planos incluidos en el presente Proyecto Técnico de Actividad, documentos nº 1 y nº 4 respectivamente.

La información se completa con la relación de materiales que figura en el Presupuesto, documento nº 3.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

4.1 RELLENOS

El material de relleno será el apropiado según normativa y su ejecución se ajustará a las indicaciones de dicha normativa y del Manual de Métodos “M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados”.

4.2 HORMIGONES

La composición del hormigón será la adecuada para que la resistencia de proyecto o resistencia característica especificada del hormigón a compresión a los veintiocho días, expresada en N/mm², tal y como se especifica en los artículos 31 y 39 de la EHE sea según su uso, la expresada en el cuadro adjunto.

Las dosificaciones de hormigón a emplear en las distintas estructuras, en contacto con el suelo y por debajo de la cota 0,00 de la explanación tendrá una relación agua/cemento menor o igual a 0,50.

Dadas las particulares condiciones de uso de los viales de subestaciones, no es necesaria ninguna exigencia específica para los hormigones a utilizar en esta unidad, que se ejecutará con el tipo de hormigón especificado en el siguiente cuadro:



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

TIPO	F _{ck} (N/mm ²)	USO EN
HA-25/B/20/IIa	25	Obras de hormigón armado como soleras, forjados, depósitos, bancadas de transformadores, viales, etc.
HM-20/B/20/I	20	Obras de hormigón en masa como cimientos, solados, bordillos, cunetas, arquetas, zanjas, etc.

4.3 ÁRIDOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES

Los áridos serán de cantera, río o bien procedentes de machaqueo, debiendo ser limpios y exentos de tierra-arcilla o materia orgánica.

El tamaño máximo del árido estará limitado por el tamiz 40 UNE y su proporción de mezcla definida por porcentaje en peso de cada uno de los diversos tamaños utilizados.

Deberán encontrarse saturados y superficialmente secos, a fin de obtener un hormigón de la máxima compacticidad, manejable, sin segregación, bien ligado y de la resistencia exigida.

Los áridos cumplirán como mínimo las condiciones en el artículo 28 de la EHE.

4.4 MORTEROS

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectificadas o moldeadas y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

- Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm².
- Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena). La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de f_m supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

4.5 CEMENTOS

El tipo de cemento utilizado para la ejecución de los hormigones, “cemento de la clase resistente 32,5 N/mm² o superior”, se determinará teniendo en cuenta entre otros factores la aplicación del hormigón, las condiciones ambientales a las que va a estar expuesto y las dimensiones de las piezas y cumplirá como mínimo las condiciones exigidas en la RC-03 y artículo 26 de la EHE.

La dosificación del cemento se realizará en base al tipo de hormigón a conseguir y el tipo de cemento a utilizar, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipo de Hormigón	Tipo de cemento	Dosificación
H. en masa (HM)	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/BQ, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1	-
H. armado (HA)	Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/BQ, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B	Mínimo 275Kg/ m ³ de cemento
H. pretensado (HP)	Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M(V,P)	Mínimo 300Kg/ m ³ de cemento

4.6 AGUA

Cumplirá como mínimo las condiciones impuestas en el artículo 27 de la EHE.

No se utilizarán aguas del mar o aguas salinas análogas, tanto para amasar como para curar hormigones, y se rechazarán, salvo justificación especial, todas aquellas aguas que no cumplan las siguientes condiciones:

- Un PH \geq 5.
- Contenido de sulfato \leq 1g/l.
- Contenido de Ion Cloro \leq 3g/l para HA ó HM y \leq 1g/l para HP.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad \leq 15g/l.

4.7 ARMADURAS

Las armaduras para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por:

- Barras corrugadas designadas en la tabla 32.2.a del artículo 32 de la EHE como B 400 S y B 500 S y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

- Mallas electrosoldadas designadas en la tabla 32.3 del artículo 32 de la EHE como B 500 T y cumplirán como mínimo las condiciones impuestas en el mencionado artículo.

4.8 PIEZAS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO

La forma y dimensiones de las piezas prefabricadas, se ajustarán perfectamente a los planos aprobados así como a las indicaciones del proyecto, y al cuerpo de la obra a ensamblar, siendo recibidos todos aquellos cuerpos que requieran su unión.

4.9 MATERIALES SIDERÚRGICOS: CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS

Los tornillos serán de la clase ordinaria y de una calidad del acero 5.6 y cumplirán, así como las tuercas y arandelas, las condiciones impuestas en la CTE.

4.10 LAMINADOS DE ACERO PARA ESTRUCTURAS

Los aceros laminados para estructuras serán de calidad S275JR de acuerdo con la norma UNE-EN 10025.

En aquellos casos en los que se suministren perfiles ya elaborados, incluirán 2 manos de pintura protectora antioxidante y su medición se realizará por su peso directo.



5. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

5.1 MANUALES DE MÉTODOS APLICABLES

La ejecución de las obras cumplirá los siguientes manuales de métodos y especificaciones técnicas:

- M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados.
- M-HS-03 Malla de Tierras.
- M-HS-04 Fabricación y Puesta en Obra de Hormigón.
- M-HS-05 Elaboración y Colocación de Armaduras.
- M-HS-07 Cimentaciones y Bancadas.
- M-HS-10 Red de Drenajes.
- M-HS-11 Canalizaciones de Cables.
- M-HS-12 Viales y acabados.
- M-HS-13 Cerramiento Perimetral.
- M-HM-01 Montaje de Estructuras y Soportes Metálicos.
- M-HM-02 Montaje de Aparellaje AT y MT.
- M-HM-04 Tendido y Conexión de Cables de Potencia.
- M-HM-05 Montaje de Embarrados y Derivaciones.
- M-HM-06 Montaje de Conexión a Red de Tierras.
- M-HM-07 Montaje del Transformador de Potencia.
- M-HM-09 Montaje de Armarios, Equipos Eléctricos y Cuadros de Control.
- M-HM-10 Montaje de Celdas MT.
- IBDE-IO-2013-0005 ET Obra Civil Subestación Iberia.
- IBDE-IO-2013-0078 ET Montaje Electromecánico Iberia.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

5.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

5.2.1 Desbroce y limpieza del terreno

En función del tipo de terreno existente, la dirección de la obra determinará la cantidad de tierra vegetal, arbolado, tocones, maleza, etc., a retirar y extracciones a realizar. Así mismo decidirá si depositar la extracción en lugares predeterminados para su posterior aprovechamiento o por el contrario retirarla a escombreras autorizadas.

5.2.2 Demoliciones

Comprende el derribo o demolición, total o parcialmente, de todas las construcciones que obstaculicen la obra a realizar y la retirada de la obra del material que no se tenga que reutilizar.

5.2.3 Escarificación y compactación

Pueden presentarse 2 tipos diferentes de terrenos a escarificar:

- a) Terrenos sin firme existente.
- b) Terrenos con firme existente.

En ambos casos la operación consistirá en disgregar el terreno superficial con los medios mecánicos adecuados y previamente a su compactado.

La compactación se realizará hasta conseguir una densidad de al menos, un 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado, según norma UNE 103.501/94.

5.2.4 Excavaciones, rellenos, terraplenes, sub. bases granulares, red de drenajes...

La medición de la **excavación** y relleno con el propio material, se realizará por diferencia teórica entre perfiles transversales del terreno tomados antes del inicio de las excavaciones y después de realizada la compactación. En el caso de utilizarse en el relleno material de préstamo, su medición se realizará por el mismo procedimiento.

Para la realización de las **excavaciones** se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno, y sus dimensiones se ajustarán a las indicadas en los planos del proyecto.

No se procederá a ningún tipo de **relleno** sin previo reconocimiento de las zonas de vertido y aprobación por parte de Iberdrola Distribución Electrica.

Los materiales de **relleno** se ajustarán a las indicaciones del Manual de Métodos "M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados".



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

La superficie superior del **terraplén** se realizará con material granular, y dispondrá de la pendiente suficiente que facilite la salida de aguas o bien dispondrá de un sistema de drenaje.

Los materiales de la **capa granular**, empleados entre la base del firme y la explanada, se ajustará a lo indicado en el artículos 510 del PG-3.

Las **redes de drenaje** definidas en los planos del proyecto, se realizarán habitualmente mediante tubo de hormigón poroso, policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad o cualquier otro material sancionado por la experiencia, siendo cubierto con material filtrante una vez colocados en la zanja, ajustándose al artículo 420 del PG-3.

5.3 HORMIGONES

Antes de verter hormigón sobre hormigón endurecido se limpiará la superficie de contacto mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado, eliminando seguidamente el agua que se haya depositado, así como se realizará el tratamiento adecuado con productos especiales de unión entre fraguados y frescos.

El hormigón se compactará por vibraciones hasta asegurar que se han llenado todos los huecos, se ha eliminado el aire de la masa y refluye la lechada en la superficie.

Durante el primer período de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2°C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0°C durante las 48 horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40°C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

Se garantizarán las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE.

No se iniciará el hormigonado en ningún tajo, sin la inspección previa de Iberdrola Distribución Eléctrica, que comprobará la terminación de encofrados, el estado de las superficies de apoyo, la cuantía y la correcta colocación de las armaduras, de las juntas, así como de cualquier extremo que estime oportuno.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

5.4 PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

Cuando se realice la pavimentación mediante hormigonado en fresco, se podrán insertar directamente las juntas de dilatación de material plástico conforme a lo indicado en los planos de proyecto, o bien, una vez endurecido el hormigón mediante serrado con disco, siendo la profundidad mayor de seis centímetros.

5.5 ARMADURAS

La disposición de las armaduras una vez hormigonadas, será tal y como figura en los planos e instrucciones del proyecto, debiendo estar perfectamente sujetas para soportar el vertido, peso y vibrado del hormigón, respetándose especialmente los recubrimientos mínimos indicados en la EHE en vigor.

5.6 LAMINADOS

La disposición de los laminados y su medición se realizarán conforme a los valores teóricos de acuerdo con los planos e instrucciones del Proyecto, no considerándose los despuntes, solapes, ganchos, platillas, etc., que pudieran introducirse.

5.7 ENCOFRADOS

Los encofrados de madera o metálicos, serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, serán indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm medidos sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

5.8 PIEZAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN ARMADO O PRETENSADO

Durante el proceso de carga, transporte y montaje o colocación, los elementos prefabricados deberán suspenderse y apoyarse en los puntos previstos, a fin de que no se produzcan solicitaciones desfavorables.

5.9 ESTRUCTURA METÁLICA

La presentación de los anclajes se efectuará con las plantillas previstas para este fin.

Una vez clasificada la estructura y comprobado que las dimensiones (incluso taladros) corresponden a las medidas indicadas en el Proyecto, se procederá al izado de la misma mediante:



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

- Estrobadado y elevación de las estructuras.
- Fijación de las mismas en sus anclajes mediante pernos u hormigón.
- Aplomado, nivelación y alineación de las mismas.

5.10 EMBARRADOS Y CONEXIONES

Embarrados de cable y derivaciones:

- Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. Luego se montarán en el suelo todos los tramos izándolos y regulándolos posteriormente.

Embarrados rígidos de tubo o pletina:

- Los embarrados de tubo se prepararán y ejecutarán en el suelo, incluyendo el doblado con máquina, empalmes si son necesarios, y taladros. En el caso de los tubos de aluminio, se prevé un equipo de soldadura para la unión de las palas de conexión. Posteriormente se izarán y montarán los diferentes tramos.

Conexiones:

- Se prepararán, limpiarán, colocarán y apretarán las piezas de conexión según se indique.

5.11 APARAMENTA

5.11.1 Interruptores

Se procederá a la fijación en sus bancadas y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

El llenado del fluido aislante se realizará a la presión indicada por el fabricante. Cuando se trate de aceite, se realizará un filtrado hasta alcanzar una rigidez dieléctrica mínima de 150 kV/cm.

En su recepción se comprobará la densidad del gas a través del densímetro, y la presión de gas para el caso de interruptores de SF₆.

El fabricante del interruptor deberá revisar el montaje y dar su aprobación al mismo.

5.11.2 Seccionadores

Se procederá al izado, fijación en sus soportes y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

Se comprobarán los ajustes, engrases finales, así como la penetración de las cuchillas, conforme a las indicaciones del fabricante.

5.11.3 Resto de la aparamenta

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

Para su montaje se seguirán las instrucciones del fabricante.

El montaje de los transformadores de medida, cuando se monte uno por fase, se realizará siguiendo el número de fabricación: el menor fase 0 y el mayor en la fase 8. Una vez montados se medirán aislamientos. En los transformadores de intensidad además, se medirá la polaridad y relación de transformación.

En los pararrayos, cuando proceda, se montarán los contadores de descargas. Se comprobará y medirá el aislamiento entre la base donde lleve la puesta a tierra y el soporte metálico.

5.12 TRANSFORMADORES Y REACTANCIAS DE POTENCIA

Actividades principales a desarrollar en el montaje:

- Descarga y traslado hasta su emplazamiento definitivo junto con sus accesorios.
- Montaje de accesorios y bornas.
- Tratamiento y llenado de aceite bajo vacío.
- Recepción final.

Concretamente, para el tratamiento y llenado de aceite se realizará lo siguiente:

- Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador.
- Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.
- Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados en la Especificación Técnica de Montaje de Transformadores de Potencia, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa.
- Se procederá a la rotura de vacío.
- Una vez montados todos los elementos del trafo se procederá al llenado final del trafo.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

El aceite antes del llenado debe tener un contenido de humedad de 10 ppm o menos y el contenido de gases no debe exceder del 1%.

Cuando la cuba no esté preparada para pleno vacío, se procederá solamente al tratamiento del aceite y al llenado del transformador.

En el caso de transformadores nuevos, el fabricante del transformador realizará el montaje y supervisará la puesta en servicio del mismo.

5.13 BATERIAS DE CONDENSADORES

Antiguas:

Se efectuará el montaje de la estructura metálica, aisladores soporte, embarrados, derivaciones, transformadores de medida, condensadores con sus fusibles de protección correspondientes y regulación de los mismos.

Cada elemento condensador deberá descargarse previamente a tierra.

En la puesta en servicio de las baterías de condensadores antiguas, se medirá la tensión residual en el triángulo abierto, formado por los secundarios de los transformadores de tensión, que es la tensión a que queda sometida cada serie de condensadores.

Modernas:

Se efectuará el montaje del soporte metálico, colocación y fijación de los módulos de la batería sobre el soporte.

Se efectuará el montaje de los embarrados y derivaciones.

Se realizarán mediciones de las series con todos sus elementos, y eliminando elementos hasta que la sobretensión a que queda sometida sea del 10%.

En la puesta en servicio de las baterías de condensadores modernas, se vigilará la corriente residual entre los neutros para detectar el desequilibrio.

5.14 CELDAS BLINDADAS DE MEDIA TENSIÓN

Se realizarán las siguientes operaciones:

- Desembalaje, situación, ensamblado, nivelado y fijación de los diversos elementos que componen el conjunto, en su bancada correspondiente.
- Se realizará la unión de embarrados principales y derivaciones.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

- Comprobación y colocación de los aislamientos de embarrados.
- Cableado de interconexiones entre celdas, hasta la caja de centralización, colocación y cableado de todos los aparatos.
- Puesta a tierra.
- Pruebas funcionales de maniobra y control.

5.15 CABLES DE POTENCIA

El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases 0, 4, 8).

No se admitirán empalmes en el tendido inicial de los cables de potencia.

Se comprobará el cumplimiento de las instrucciones del tendido y montaje dadas por el fabricante del cable, así como los ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio.

Los cables irán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles y arquetas de registro.

5.16 CABLES DE FUERZA Y CONTROL

Se incluyen en este apartado las siguientes actividades:

- Plan de tendido y conexionado.
- Tendido.
- Conexionado.
- Mediciones y comprobaciones.

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión.

Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

5.17 PUESTA A TIERRA

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

La malla de tierra se tenderá a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

No se tapará ningún tramo de malla de tierra, ni soldadura alguna, sin la autorización previa de la dirección de obra.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

6. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas, pliegos, etc., de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados.

El Contratista de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones Técnicas, o en su defecto en las Normas e Instrucciones de Organismos Oficiales, encargará la realización de ensayos y pruebas a laboratorios homologados.

Mensualmente el Contratista entregará los certificados de calidad de todos los materiales utilizados, indicando las unidades de obra a que afecta. Al término de la obra civil se cumplimentará en Anexo 1 de la Especificación Técnica "IBDE-IO-2015-0005 ET Obra Civil Subestación Iberia".

Replanteos:

Los errores máximos permitidos serán:

- Entre ejes de replanteo y ejes de cimentaciones2 mm
- Entre ejes de cimentaciones y testas de los pernos..... 1 mm
- En nivelación de bases de cimentaciones..... 1 mm
- En nivelación de carreteras y viales..... 5 mm
- En nivelación de explanada20 mm

Movimientos de tierras:

Cuando se efectúen movimientos de tierras para explanación de carreteras, viales, etc. se deberán cumplir los valores de Límite de Atteberg, análisis granulométrico, equivalente de arena, Proctor normal/modificado, CBR de laboratorio, materia orgánica y densidad "in situ", según específica en cada caso las correspondientes normas NLT ó UNE.

El control de ejecución de los terraplenes se hará conforme al Manual de Métodos "M-HS-02 Explanaciones, Excavaciones y Rellenos Localizados".

Hormigón:

Para garantizar las condiciones de ejecución de las obras de hormigón exigidas en el Capítulo XIII de la EHE, se realizará un control de ejecución a nivel normal conforme al Manual de Métodos "M-HS-04 Fabricación y Puesta en Obra de Hormigón".



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

De acuerdo a la mencionada guía:

- La comprobación de la resistencia del hormigón se realizará en el laboratorio, mediante la rotura a compresión de probetas sacadas a pie de obra, a la edad de 7 y 28 días, según normas UNE-EN 12350-1, UNE-EN 12390-1, UNE-EN 12390-3.
- La comprobación de su consistencia se realizará a pie de obra, mediante el cono de Abrams, según norma UNE-EN 12350-2.

Por otra parte el Contratista especificará al responsable de la planta de hormigonado, las características del hormigón a utilizar, principalmente en lo que respecta a resistencia y consistencia.

Piezas prefabricadas de hormigón armado o pretensado:

El fabricante presentará un expediente en el que se recojan las características tales como:

- Calidad del Hormigón.
- Calidad del acero.
- Dimensiones y tolerancias.
- Solicitaciones.
- Precauciones durante su montaje.

Armaduras:

- Verificación de la sección equivalente.
- Ensayos y características según Norma UNE 36068:94.
- Comprobación de los valores característicos del material, límite elástico, rotura y alargamiento.
- Verificar que las características de las mallas electrosoldadas de acero para hormigón armado, cumplen con la norma UNE 36092:96.

Montaje de Estructuras Metálicas y Soportes:

Las tolerancias dimensionales de los conjuntos montados serán indicadas en los planos. Las tolerancias admitidas se incluyen en el cuadro adjunto:



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

	SOPORTES	ESTRUCTURAS	DINTELES
Aplomado	$\pm \text{altura}/1000 \leq 25$ mm	$\pm 3 \text{ ‰}$ de la altura	
Nivelación	$\pm 2,5$ mm (*)Con un máximo de 2,5 mm entre cada soporte de seccionadores	$\pm 2,5$ mm	Horizontal: $\pm 3 \text{ ‰}$ de la longitud
Alineación	$\pm 2,5$ mm (anclaje mediante hormigón)		
	Holgura que permita el taladro, < 2,5 mm (anclaje mediante pernos)		
Flecha		$\pm \text{altura}/1000 \leq 15$ mm (F. de los pilares de la estructura respecto a su eje vertical)	$\pm \text{Longitud}/1000 \leq 10$ mm (F. entre ejes de apoyo)

Notas:

- Encarado de pilares para estructuras: $\pm 3 \text{ ‰}$ del eje de alineación.
- Longitud del dintel: ± 5 mm (En los casos que tenga junta de dilatación ± 15 mm).

Para garantizar las condiciones, el control de la ejecución del resto de la obra se ajustará a las Normas, Pliegos e Instrucciones que les sean de aplicación en cada caso y en particular a las señaladas en el apartado 3.3 del presente documento.



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

7. RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

Al término de las obras comprendidas en el Proyecto, se hará una recepción de las mismas, levantándose el correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso, dándose la obra por terminada si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

En el caso de no hallarse la obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta, y se darán las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento.

Para la recepción y puesta en servicio de la instalación se realizarán las pruebas que se precisen para asegurar su correcto funcionamiento. Se pueden distinguir tres fases, en las cuales se exponen los ejemplos más significativos, teniendo que cumplimentar en cada fase los Planes de Puntos de Inspección correspondientes según la Especificación Técnica "IBDE-IO-2013-0078 ET Montaje Electromecánico Iberia".

Medición y comprobaciones:

- Medida de resistencia de la malla de tierra y de las tensiones de paso y contacto.
- Medida de aislamiento de cables y de la aparatada de AT.
- Medida de rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores y aislamiento de los bobinados.
- Polaridad de los transformadores de intensidad.
- Timbrado de cables de control.

Pruebas locales y P.E.S. de equipos de baja tensión:

- Pruebas funcionales de seccionadores.
- Pruebas funcionales de interruptores.
- Pruebas funcionales de transformadores de potencia.
- Pruebas y puesta en servicio de rectificadores y baterías de acumuladores.
- Puesta en servicio de armarios de servicios auxiliares.

Pruebas de control, telecontrol y puesta en servicio de la aparatada de AT:



DOCUMENTO Nº 2 PLIEGO DE CONDICIONES

- Comprobación de los circuitos de mando, control, señalización y alarma de interruptores y seccionadores, de intensidades y tensiones de los transformadores de medida, de bloqueos y condicionantes de control.
- Pruebas de regulación de tensión de transformadores de potencia.
- Pruebas de protecciones, equipos de medida, de telecontrol, registradores cronológicos.
- Energización de todos los elementos de la Subestación y prueba de su funcionamiento a tensión normal.
- Puesta en servicio.

A la finalización de la obra, el Contratista entregará un expediente de Fin de Obra que comprenderá:

- Los protocolos de pruebas realizadas.
- Dos copias de planos "AS-BUILT", en rojo y amarillo.

El Ingeniero Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco

Colegiado Nº 20.450 del COITIM
Febrero de 2019



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO

**RENOVACIÓN SUBESTACIÓN
TRANSFORMADORA
DE 220/132/66/20 kV**

ST CASTELLÓN EL INGENIO

(CASTELLÓN / COMUNIDAD VALENCIANA)

DOCUMENTO Nº 3

PRESUPUESTO



**IBERDROLA
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**

**El Ingeniero Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco
Febrero 2019**



ÍNDICE

0.	<u>OBJETO</u>	3
1.	<u>OBRA ELÉCTRICA</u>	4
1.1	<u>SISTEMA DE 132 KV</u>	4
1.1.1	Elementos industriales de trabajo	4
1.1.2	Elementos auxiliares de trabajo	5
1.2	<u>SISTEMA DE 66 KV</u>	6
1.2.1	Elementos industriales de trabajo	6
1.2.2	Elementos auxiliares de trabajo	7
1.3	<u>TRANSFORMACIÓN</u>	8
1.3.1	Elementos industriales de trabajo	8
1.4	<u>CONTROL, PROTECCIÓN Y SERVICIOS AUXILIARES</u>	9
1.4.1	Elementos industriales de trabajo	9
1.4.2	Elementos auxiliares de trabajo	10
2.	<u>OBRA CIVIL</u>	11
2.1	<u>CIMENTACIONES Y BANCADAS</u>	11
2.2	<u>CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y DRENAJES</u>	12
2.3	<u>DEMOLICIONES</u>	13
3.	<u>MONTAJE ELECTROMECAÁNICO</u>	14
3.1	<u>MONTAJE</u>	14
3.2	<u>DESMONTAJE</u>	14
4.	<u>INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</u>	15
5.	<u>RESUMEN</u>	16



0. OBJETO

El presupuesto que a continuación se detalla, corresponde al alcance final de la instalación con el objeto de la consecución de las Autorizaciones Administrativas y de Proyecto.



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1. OBRA ELÉCTRICA

1.1 SISTEMA DE 132 KV

1.1.1 Elementos industriales de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	3	Conjunto compacto H.I.S de simple barra de 145 kV, 2.500 A, función de línea, conexión a salida aérea	90.000,00	270.000,00
2	3	Conjunto compacto H.I.S de simple barra de 145 kV, 2.500 A, función de transformador.	90.000,00	270.000,00
3	3	Transformador de tensión inductivo relación $132/\sqrt{3} : 0,110/\sqrt{3} - 0,110/\sqrt{3} - 0,110/3$ (barras)	4.286,55	12.859,65
4	18	Pararrayos de protección 145 kV	657,94	11.842,92
TOTAL PARCIAL				564.702,57



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1.1.2 Elementos auxiliares de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario €	Precio TOTAL €
1	13.880	kg. Estructura metálica galvanizada, con herraje y tornillería	1,80	24.984,00
2	48	Aislador soporte de tipo columna para exterior C8-650	249,90	11.995,20
3	490	kg. Cable aluminio Arbutus	3,40	1.166,00
4	101	ml Tubo aluminio 100/90 mm Ø	15,00	1.515,00
5	190	Piezas de conexión y derivación	38,00	7.220,00
6	240	Piezas de conexión de puesta a tierra	4,90	1.176,00
7	180	kg. Cable de cobre desnudo 150 mm ²	6,50	1.170,00
8	350	ml. Suministro y montaje de cable unipolar RHZ1-RA-2OL (AS) 76/132 kV 1x1200 K Al + T420 (m), incluyendo sus terminales exteriores, elementos de P.a.T y accesorios	120.500,00	120.500,00
TOTAL PARCIAL				169.726,20
TOTAL SISTEMA 132 kV				644.428,77



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1.2 SISTEMA DE 66 KV

1.2.1 Elementos industriales de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	4	Conjunto compacto H.I.S de simple barra de 72 kV, 2.000 A, función de línea, conexión a salida aérea	75.000,00	300.000,00
2	2	Conjunto compacto H.I.S de simple barra de 72 kV, 2.000 A, función de transformador.	70.000,00	140.000,00
3	12	Pararrayos de protección 72,5 kV	325,11	3.901,32
TOTAL PARCIAL				443.901,32



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1.2.2 Elementos auxiliares de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario €	Precio TOTAL €
1	8.745	kg. Estructura metálica galvanizada, con herraje y tornillería	1,80	15.741,00
2	58	Aislador soporte de tipo columna para exterior C4-650	85,44	4.955,52
3	500	kg. Cable aluminio Arbutus	3,40	1.700,00
4	92	ml Tubo aluminio 80/64 mm Ø	12,00	1.104,00
5	180	Piezas de conexión y derivación	38,00	6.840,00
6	120	Piezas de conexión de puesta a tierra	4,90	588,00
7	170	kg. Cable de cobre desnudo 95 mm ²	5,50	935,00
TOTAL PARCIAL				31.863,52
TOTAL SISTEMA 66 kV				475.764,84



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1.3 TRANSFORMACIÓN

1.3.1 Elementos industriales de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	1	Autotransformador de potencia trifásico 228 / 136,27 / 21,5 KV y 225 MVA de potencia, transporte y montaje.	1.455.000,00	1.455.000,00
TOTAL PARCIAL				1.455.000,00
TOTAL TRANSFORMACIÓN				1.455.000,00



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1.4 CONTROL, PROTECCIÓN Y SERVICIOS AUXILIARES

1.4.1 Elementos industriales de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	2	Equipo cargador batería 125 Vcc	10.300,00	20.600,00
2	6	Armarios de control, protección y medida sistema 132 kV y transformadores	10.500,00	63.000,00
3	1	Protección Diferencial de Barras 132 kV	50.490,00	50.490,00
4	7	Armarios de control, protección y medida sistema 66 kV y transformadores	10.500,00	73.500,00
5	1	Protección Diferencial de Barras 66 kV	6.700,00	6.700,00
6	1	Equipos de control y protección sistemas de 132 kV, 66 kV y transformadores	152.000,00	152.000,00
7	1	Unidad de control de subestación (UCS)	40.300,00	40.300,00
8	1	Sistema de telecomunicaciones	120.000,00	120.000,00
TOTAL PARCIAL				526.590,00



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

1.4.2 Elementos auxiliares de trabajo

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario €	Precio TOTAL €
1	10.200	ml Cable de fuerza y control 0,6/1 kV de diversas composiciones	2,90	29.580,00
2	48	Latiguillos de fibra óptica	20,00	1.392,00
TOTAL PARCIAL				30.972,00

**TOTAL CONTROL, PROTECCIÓN Y SERV.
AUXILIARES**

557.562,00

TOTAL EUROS OBRA ELÉCTRICA SUBESTACIÓN

3.132.755,61



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

2. OBRA CIVIL

2.1 CIMENTACIONES Y BANCADAS

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	101	m ³ Excavación y hormigonado de cimentaciones aparamenta	340,00	34.340,00
2	1	Ejecución bancada autotransformador de potencia incluyendo carriles, tramex, arquetas y terminación	55.000,00	55.000,00
TOTAL PARCIAL				89.340,00



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

2.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS Y DRENAJES

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio Unitario €	Precio TOTAL €
1	240	ml Construcción canalizaciones de cables, cuyos laterales y soleras están formados por piezas prefabricadas, incluida excavación, tapas y drenaje	80,00	19.200,00
2	45	ml Tubo 110 mm Ø para canalizaciones eléctricas	35,00	1.575,00
3	15	ud. Arqueta registro paso de cables	160,00	2.400,00
4	1	Sistema de drenaje, incluidos drenes, colectores, arquetas...	35.000,00	35.000,00
5	1	Receptor de emergencia enterrado para dieléctrico transformadores.	50.000,00	50.000,00
TOTAL PARCIAL				108.175,00



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

2.3 DEMOLICIONES

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	-	Demolición de cimentaciones sistema 132 kV	25.400,00	25.400,00
2	-	Demolición de cimentaciones sistema 66 kV	15.600,00	15.600,00
TOTAL PARCIAL				41.000,00

TOTAL OBRA CIVIL	238.515,00
-------------------------	-------------------



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

3. MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

3.1 MONTAJE

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	-	Montaje, transporte y varios	170.000,00	170.000,00
TOTAL PARCIAL				170.000,00

3.2 DESMONTAJE

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	-	Desmontaje sistema 132 kV completo y equipos en desuso	53.525,00	53.525,00
2	-	Desmontaje sistema 66 kV completo y equipos en desuso	22.370,00	22.370,00
TOTAL PARCIAL				75.895,00

TOTAL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

245.895,00



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

4. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Part.	Cant.	CONCEPTO	Precio	Precio
			Unitario €	TOTAL €
1	-	Suministro e instalación sistema de alumbrado y fuerza	25.000,00	25.000,00
2	-	Suministro y colocación paneles acústicos	16.000,00	16.000,00
TOTAL PARCIAL				41.000,00

TOTAL INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	41.000,00
--	------------------



DOCUMENTO Nº 3 PRESUPUESTO

5. RESUMEN

1	Obra Eléctrica	3.132.755,61
2	Obra Civil	238.515,00
3	Montaje Electromecánico	245.895,00
4	Instalaciones Complementarias	41.000,00
5	Estudio de Gestión de Residuos	48.594,83
6	Estudio de Seguridad y Salud	14.775,58
TOTAL PRESUPUESTO		3.721.536,02

El presupuesto actualizado según este Proyecto Técnico Administrativo de la ST CASTELLÓN EL INGENIO asciende a la cantidad de **TRES MILLONES SETECIENTOS VEINTE Y UNA MIL QUINIENTOS TREINTA Y SEIS CON DOS CÉNTIMOS (3.721.536,02€)**. (IVA no incluido)

El Ingeniero Técnico Industrial
D^a María Soledad Rodríguez Seco

Colegiado Nº 20.450 del COITIM
Febrero de 2019