

UD928222079002

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA

Código: **31586I00018**

Edición: 1.0

Proyecto Técnico Administrativo



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 1/51

5557 - Rafael Flores Ventura

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



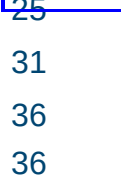
Índice

Página

1.	Documento Memoria	
1.1.	Antecedentes	
1.2.	Objeto	
1.3.	Situación y emplazamiento	
1.4.	Condiciones climáticas	
1.5.	Reglamentación y normativa	
1.6.	Descripción general de las instalaciones existentes	
1.7.	Descripción general de los trabajos a realizar	
1.8.	Características técnicas relevantes a efectos retributivos	
1.9.	Descripción de los equipos principales a instalar	
1.10.	Conexiones	
1.11.	Servicios auxiliares	
1.12.	Sistemas de protecciones, control, comunicaciones y medida	
1.13.	Sistema de cableado de Baja Tensión	
1.14.	Estructura metálica para soportes	
1.15.	Red de tierras	
1.16.	Obra civil	
1.17.	Otros sistemas y medidas correctoras	
1.18.	Planificación	
1.19.	Seguridad y salud	
1.20.	Presupuesto	
2.	Documentos planos	
2.1.	Lista de planos	
3.	Documento Pliego de condiciones técnicas	
3.1.	Generalidades	
3.2.	Relación de equipos	
3.3.	Características principales	
3.4.	Transformador de potencia 132/15 kV 15 MVA	
3.5.	Parque de 132 kV	
3.6.	Parque de 15 kV	
4.	Documento Presupuesto	
4.1.	Presupuestos parciales	



Málaga
Industriales de
Técnicos
P
e
T
e
c
n
i
c
a
s
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 2/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



4.2.Presupuesto general

38

ANEXO I: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO II: DECLARACIÓN RESPONSABLE

ANEXO III: CUMPLIMIENTO DISTANCIA DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS

1. Pasillos de servicio en instalaciones eléctricas

ANEXO IV: CÁLCULO EMBARRADO Y CONEXIONES

1. Datos de partida

1.1.Datos generales

2. Cálculo de conductores

2.1.Cálculos eléctricos



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 3/51

5557 - Rafael Flores Ventura

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



1. Documento Memoria

1.1. Antecedentes

La subestación "MORAL DE CALATRAVA 132/15 kV" de UFD DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD, S.A. (UFD) se sitúa entre los p.k. 70 y 71 de la carretera CM-412 que enlaza Valdepeñas con Moral de Calatrava. Se trata de una subestación compartida, puesto que PARQUE EÓLICO DEL MORAL, S.L. es propietaria de la posición de 132 kV del transformador T-I de la subestación y de su instalación de 30 kV y equipos auxiliares, instalados en el edificio principal de la subestación. UFD, por su parte, es propietaria de las barras de 132 kV, la posición de línea de 132 kV "Valdepeñas", la posición de transformador de 132 kV del transformador de distribución T-II, el propio transformador T-II 132/15 kV y las casetas de celdas de 15 kV con los equipos auxiliares de la subestación.

El acta de puesta en marcha original de la subestación de UFD fue emitido en septiembre de 2012 y la última ampliación de celdas de 15 kV se puso en funcionamiento el 13 de mayo de 2013, con acta de puesta en servicio del servicio de Ciudad Real de la Consejería de Fomento, expediente 13240100118.

Para la mejora de la red en la zona, UFD está proyectando la construcción de la línea de alta tensión a 132 kV entre las subestaciones MORAL y BOLAÑOS, lo que supone la ampliación de la subestación MORAL con una posición de línea de 132 kV y la construcción de la nueva subestación BOLAÑOS. La ampliación de la subestación MORAL se tramita actualmente en el servicio de Industria y Energía de la dirección provincial de Ciudad Real de la Consejería de Desarrollo Sostenible.

1.2. Objeto

Con objeto de atender la demanda de energía eléctrica en condiciones de calidad, UFD proyecta la ampliación de potencia instalada en la subestación Moral de Calatrava, mediante un nuevo transformador T-III 132/15 kV de 15 MVA de nueva fabricación.

El transformador se ubicará en el hueco previsto para ello, tras el muro contrafuegos del transformador existente, y se instalarán sus correspondientes posiciones de protección de 132 kV y 15 kV. La posición de 132 kV será de intemperie, mediante módulo híbrido (HIS) HYPACT 145 kV de G. E., y en el edificio se instalarán una celda de transformador y una celda de línea-medida.

El objeto del presente Proyecto Técnico Administrativo es establecer y justificar a la Administración pública competente todos los aspectos constructivos referentes a la actuación de ampliación de potencia de la subestación Abenójar, para la obtención de la correspondiente autorización administrativa de construcción.

1.3. Situación y emplazamiento

La subestación Moral de Calatrava se ubica en el término municipal de Moral de Calatrava (Ciudad Real), tal como se indica en el plano de Situación y Emplazamiento que se adjunta en el Documento Planos con acceso por Carretera Ciudad Real-valdepeñas, KM 70.

Las coordenadas del acceso principal de la subestación en el sistema Universal Transverse Mercator (UTM) referidas al Datum ETRS89 son las siguientes:

PUNTO	X	Y
A	452.024 m	4.296.904 m
Huso	30	30



Puede verificar este documento en:
<http://www.copitima.com/verificador/>

Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos de Máquinas y Motores Térmicos de España
5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 4/51

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



Ilustración 1. Emplazamiento de la subestación de Moral de Calatrava.

Las referencias catastrales de las parcelas de la subestación son 13058A00900229, 13058A00900230 y 13058A00900231.

1.4. Condiciones climáticas

- | | |
|----------------------------------|----------|
| • Temperatura ambiente máxima | 40 °C |
| • Temperatura ambiente mínima | 0 °C |
| • Velocidad máxima del viento | 120 km/h |
| • Altitud sobre el nivel del mar | <1000 m |

1.5. Reglamentación y normativa

En este proyecto son de aplicación los siguientes Reglamentos:

- REGLAMENTOS SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS ITC-RAT 01 A 23.

REAL DECRETO 337/2014, de 9-MAY, del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, publicado en B.O.E de 11-07-2023 y 11-07-2023. JUN-14.

- REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN ("REBT") Y SUS INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS ("ITC-BT").

REAL DECRETO 842/2002, de 2-AGO, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, publicado en B.O.E de 18-SEP-02.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 5/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



En este proyecto son de aplicación las siguientes normas UNE:

GENERALES	
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60060-3:2006	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN 60060-3 CORR:2007	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.
UNE-EN IEC 60071-1:2020	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN IEC 60071-2:2018	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60270:2002	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE-EN 60270:2002/A1:2016	Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.
UNE 20509-1: 1985	Características de las líneas y aparamenta de alta tensión relativas a las perturbaciones radioeléctricas.
UNE 20509-2: 1990	Características de las líneas y aparamenta de alta tensión relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Métodos de medida y procedimientos para establecer los límites.
UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 20509-3: 1990	Características de las líneas y aparamenta de alta tensión relativas a las perturbaciones radioeléctricas. Código práctico para minimizar la generación de ruido radioeléctrico.
UNE 48103:2014	Pinturas y barnices. Colores normalizados.
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 60529:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN ISO 1461: 2010	Recubrimientos de galvanizado en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
UNE 23727:1990	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en construcción.
UNE 36522:2018	Productos de acero. Perfiles en U normal (UPN) laminados en caliente. Dimensiones y masas.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
 Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
 VISADO 8066/2023
 00 - 6/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



GENERALES	
UNE-EN 10025-1:2006	Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 1: Condiciones técnicas generales de suministro.
UNE-EN 10056-1:2017	Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural. Parte 1: Medidas.
UNE-EN 10056-2:1994	Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural. Parte 2: Tolerancias dimensionales y de forma.
UNE-EN 13501-1:2019	Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

APARAMENTA	
UNE-EN 62271-1:2019	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes para aparamenta de corriente alterna.

APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE	
UNE-EN 62262:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 62271-200:2012	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envoltorio metálico de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
UNE-EN 62271-200:2012/AC:2015	Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envoltorio metálico de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
UNE-EN 62271-201:2015	Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envoltorio aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envoltorio metálico con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE-EN 60529:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN 60529:2018/A1:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A2:2018	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019-02	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (Código IP)
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
 Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
 VISADO 8066/2023
 00 - 7/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE	
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

TRANSFORMADORES DE POTENCIA	
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2014	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3:2014/A1:2018	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.

TRANSFORMADORES DE MEDIA Y PROTECCIÓN	
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-1:2010 ERRATUM 2011	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.

CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES	
UNE 211605:2022	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211002:2017	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.
UNE 21027-9:2017	Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables unipolares sin cubierta, con aislamiento reticulado y con altas prestaciones respecto a la reacción al fuego, para instalaciones fijas.
UNE 211006:2010	Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 8/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES	
UNE 211620:2020	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV inclusive. Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de XLPE. Cables con pantalla de tubo de aluminio y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 10E-6, 10E-7, 10E-8 y 10E-9).

1.6. Descripción general de las instalaciones existentes

La parte de la subestación Moral de Calatrava 132/15 kV perteneciente a UFD consta actualmente de:

- Un parque de 132 kV de intemperie, con disposición de simple barra, equipado con aparataje convencional. Está compuesto por:
 - Una posición de línea (102 VALDEPEÑAS).
 - Una ampliación de posición de línea en tramitación administrativa (104 BOLAÑOS).
 - Una posición de medida de barras.
 - Una posición de primario de transformador 132/15 kV.
- Un parque de 15 kV de interior en caseta prefabricada con celdas blindadas (GIS) en disposición de simple barra, equipado con equipos de interior. Está compuesto por:
 - Cinco posiciones de línea.
 - Una posición de secundario de transformador 132/15 kV (704).
 - Una posición de medida de tensiones de barras (700).
 - Una posición de transformador de servicios auxiliares (701).
 - Una posición de acoplamiento longitudinal (708).
 - Una posición de transformador de SSAA 15/0,42 kV 50 kVA (701).
- Un transformador de potencia 132/15 kV 15 MVA (103 T-II).

1.7. Descripción general de los trabajos a realizar

Los trabajos a realizar responden al Esquema Eléctrico Unifilar que se adjunta en el Documento Planos.

La actuación llevada a cabo consiste en la ampliación de potencia mediante el montaje de un nuevo transformador de 132/15 kV 15 MVA, del fabricante Siemens.

En el parque de 132 kV se amplía el embarrado tubular para la nueva calle y la posición del nuevo transformador se resuelve mediante módulo híbrido (HIS) HYPACT 145 kV 2.500 A de la firma G.E. equipado con seccionador, transformadores de intensidad e interruptor automático. En el parque de 15 kV se instalan nuevas celdas de 15 kV Siemens tipo NXPLUS-C; una para posición Trafo-III y una celda de línea y medida de tensiones de 15 kV de barra 7BA2.

El transformador se instalará sobre una bancada de hormigón armado, de nueva ejecución, y quedará separado del transformador existente por un muro contrafuegos existente.

Las conexiones de 15 kV del transformador con su celda dentro del edificio se realizarán mediante dos ternas de cables aislados RHZ1-20L(S) 12/20 kV Al 3(1x240mm²), cables normalizados por UFD para cables puentes de 15 kV de hasta 15 MVA de potencia.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 9/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



1.8. Características técnicas relevantes a efectos retributivos

Parque 15 kV

Número de posiciones provistas de interruptor a instalar y número de huecos de reserva para posiciones sin equipar

Número de posiciones que se instalan	2
CARACTERÍSTICAS	
Tecnología	GIS
Instalación	INTERIOR
Configuración	SIMPLE BARRA

Parque 132 kV

Número de posiciones previstas a instalar:

Número de posiciones que se instalan	1
CARACTERÍSTICAS	
Tecnología	HIS
Instalación	INTEMPERIE
Configuración	SIMPLE BARRA

1.9. Descripción de los equipos principales a instalar

1.9.1. Transformador de potencia

Se contempla la instalación de un transformador de potencia de las siguientes características:

Transformador de potencia trifásico 132/15 kV 15 MVA con grupo de conexión YNyn0. Permite regulación en carga en el lado de alta tensión. En baño de aceite. Dispone de sistema de refrigeración tipo ONAN mediante radiadores adosados a la cuba. Estará provisto de bornas convencionales tanto en 132 kV como en 15 kV.

1.9.2. Ampliación del embarrado tubular

Se ampliará el actual embarrado tubular del parque de 132 kV para poderle dar servicio a la nueva calle. De la prolongación se llevará acabo con tubo Al Ø120/104 mm.

1.9.3. Posición de 132 kV

Se instalará una nueva posición de trafo. Los nuevos equipos a instalar en la nueva posición del parque de 132 kV son:

- Posición de trafo T-III
 - 1 MÓDULO HYPACT 145kV 2500A POS. TRANSFORMADOR G.E.
 - 3 AUTOVÁLVULA 132 kV VARISIL HTS 120 DISACE TRIDELTA
 - 5 AISLADOR DE APOYO 132 Kv



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.copitima.com/verificador/>

Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 10/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



1.9.4. Posición de 15 kV

Se instalará una nueva posición de trafo. Los nuevos equipos a instalar en la nueva posición del parque de 15 kV son:

- Posición de trafo T-III
 - CELDA SF6 SIMPLE BARRA NXPLUS POSICIÓN TRANSFORMADOR
 - CELDA SF6 SIMPLE BARRA NXPLUS POSICIÓN LÍNEA+MEDIDA

1.10. Conexiones

Las conexiones entre el embarrado y el módulo HIS de la nueva posición de 132 kV, así como, las conexiones entre los aparatos de la nueva posición se realizarán por cable Al L-630 y tubo Ø63/51 mm.

Las conexiones del módulo HIS de la nueva posición de 132 kV con la nueva ampliación del embarrado tubular se realizarán con tubo Al Ø120/104 mm.

Las conexiones del lado de 15 kV se realizarán mediante conductor de aluminio RHZ1-20L(S) 12/20 kV 3(1x240 mm²) + H16.

Todos los conductores y conexiones entre los elementos de la subestación están dimensionadas de acuerdo con los parámetros eléctricos de la instalación y de forma que puedan soportar las solicitaciones a las que estarán sometidas

1.11. Servicios auxiliares

La subestación cuenta con todos los armarios y cuadros necesarios para el correcto funcionamiento, todos ellos en la caseta de control existente:

- Batería de 125 Vcc alcalinas con su cargador correspondiente, para mando y protecciones.
- Batería de 48 Vcc alcalinas con su cargador correspondiente, para telecontrol.
- Un cuadro de Baja Tensión para distribución de corriente continua (48Vcc y 125Vcc) y corriente alterna (400/230Vca).
- Armarios de telecontrol y comunicaciones.

Los nuevos equipos a instalar se alimentarán del cuadro de baja tensión de la subestación, no siendo necesaria ninguna modificación ni ampliación de los equipos auxiliares.

1.12. Sistemas de protecciones, control, comunicaciones y medida

El sistema de protecciones está diseñado de forma que su configuración facilite la detección rápida y eficaz de las diversas situaciones anómalas, permitiendo aislar la zona afectada del resto del sistema.

Los transformadores de potencia disponen de protección diferencial de transformador, protección de sobrecorriente de fases en alta tensión y baja tensión y de neutro, y las protecciones propias del transformador. El sistema incluye también relés de disparo y bloqueo, los equipos de fallo interruptor, de vigilancia de circuitos de disparo y de sobretensión de neutro.

Para la medida se contará con los convertidores, amperímetros y voltímetros necesarios para la determinación de tensiones e intensidades. Por otro lado, se contemplan los contadores de energía activa y reactiva con dispositivos de comprobación que se precisan.

Los equipos de protección y control del lado de 132 kV del transformador se instalan en un armario de intemperie al lado de la posición HIS, y los del lado de 15 kV en un armario incorporado en la correspondiente



Collegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 11/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



celda. Hasta el sistema de control general existente en la subestación se llevan señales de mando, medida, señalización y alarma.

La nueva posición de línea de 15 kV se instala en un armario incorporado en la correspondiente celda. Hasta el sistema de control general existente en la subestación se llevan señales de mando, medida, señalización y alarma.

1.13. Sistema de cableado de Baja Tensión

Los conductores de baja tensión a utilizar serán de cobre de tensión asignada 0,6/1kV.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables serán libres de halógenos y no producirán gases corrosivos.

Los elementos de conducción de cables serán “no propagadores de la llama”.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes.

1.14. Estructura metálica para soportes

El tipo de estructura será plana, construida a base de perfiles normalizados de acero S275 JR galvanizado en caliente.

Estará compuesta por los soportes para cables que sean necesarios.

En todos los casos la estructura se calcula teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de trabajo. Todos los soportes tendrán la rigidez suficiente para soportar sin vibraciones los esfuerzos debidos a las maniobras normales y el viento.

1.15. Red de tierras

La red de tierras subterránea existente en la subestación está realizada mediante una malla de cable de cobre desnudo de 95 mm² enterrado directamente a unos 80 cm de profundidad. Las uniones entre cables de tierra para formar la malla están realizadas mediante soldadura aluminotérmica, así como las uniones para conectar a tierra las derivaciones desde la malla hacia las distintas estructuras metálicas y aparatos.

Todos los elementos metálicos accesibles en la subestación, tales como el vallado, las puertas de acceso, las estructuras metálicas soporte, las envolventes de las celdas y equipos, los armarios metálicos, las cubas de los transformadores, así como las tomas de tierra de los diferentes equipos y aparatos, las pantallas de los cables de potencia y el sistema de alumbrado y de tomas de corriente están conectados a la red de puesta a tierra de la subestación.

Se unirán a la red general de tierra las nuevas celdas en el nuevo edificio, las pantallas de cables, la cuba del transformador, las carcasas y estructura metálica de toda la apartamentación, y en general, las diferentes partes metálicas de estructuras, soportes, bandejas, puertas o barandillas y todas las partes metálicas accesibles de la instalación. Las líneas de tierra se ejecutarán con conductor de aluminio aislado, de sección equivalente a Cu 95 mm².

Se preverá la puesta a tierra de las propias armaduras metálicas que formen parte de las cimentaciones de la estructura metálica soporte de la apartamentación y de la bancada del transformador.

Las uniones entre conductores, y entre los conductores y los elementos que han de conectarse a la red de puesta a tierra, se realizarán mediante soldadura aluminotérmica o mediante piezas adecuadas de conexión por presión.

Dado que la ampliación objeto de este proyecto no supone aumento de la intensidad de defecto a tierra de la instalación (la red de MT tiene neutro aislado), el electrodo de tierras de la subestación se considera válido. En tal caso, terminada la ampliación se realizarán las comprobaciones y verificaciones precisas “in situ” y se



Industriales de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNUYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 12/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



realizarán los cambios que sean necesarios, en su caso, para cumplir con la Instrucción Técnica Complementarios ITC-RAT-13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

1.16. Obra civil

Comprenderá todos aquellos trabajos y ejecución de obras que sean precisos para la recepción y posterior montaje de toda la aparamenta y equipos destinados a la subestación, así como de todos los sistemas complementarios que se integrarán en la misma.

Incluye:

- Ejecución de cimentaciones.
- Ejecución de bancada de transformador.
- Ejecución de canalizaciones eléctricas y arquetas asociadas.
- Ejecución de canalizaciones de drenajes y arquetas asociadas.
- Conexionado a la malla de tierras existente, mediante cable de cobre enterrado.
- Gestión de Residuos.
- Control de calidad.

1.17. Otros sistemas y medidas correctoras

1.17.1. Aspectos medioambientales

Con el objeto de conseguir una mayor protección ambiental se introducirán en el proyecto algunas condiciones de manera que se minimice la afección de la subestación:

- Todos los desperdicios, escombros, tierras de desecho, etc., generados durante la instalación, se gestionarán de acuerdo con su naturaleza. En caso de generarse residuos de aceite, estos serán tratados como residuos peligrosos por gestor autorizado.
- Se tomarán las medidas preventivas necesarias durante la ejecución de la obra para reducir al máximo las emisiones de ruidos y contaminantes a la atmósfera, especialmente la emisión de polvo.

1.17.2. Protección contra incendios

Los transformadores de potencia son los únicos elementos de la instalación que contienen material inflamable y con carga de fuego a considerar, pues contienen aceite aislante, el cual puede ser considerado un líquido de peligrosidad baja, al ser su punto de inflamación superior a 61°C, cuando la norma UNE 21-320, parte V, fija un punto de inflamación para los aceites aislantes superior a 140°C.

Para los transformadores se cumplen las directivas del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación que, para instalaciones de exterior (ITC-RAT 15), indica:

- a) Que se instalen dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. Para ello se montan interruptores automáticos de potencia en todos los devanados que alimentan de energía eléctrica. Estos son actuados por protecciones digitales de última generación (diferencial y sobreintensidad), consiguiendo al final el corte rápido de la alimentación al transformador.
- b) Se eligen las distancias suficientes para evitar la propagación de fuego a instalaciones próximas.



Collegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC
5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 13/51

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



- c) Se cuenta con un muro cortafuegos entre el nuevo transformador y el existente.
- d) Se monta el transformador sobre bancada de hormigón con foso de recogida de aceite, provista en su parte superior de una rejilla metálica, sobre la que se dispone una capa de grava de 20 cm de espesor, para permitir el paso del aceite y provocar el apagado del mismo antes de ser conducido y recogido en un depósito colector, de volumen adecuado para recoger la totalidad del aceite del transformador con mayor cantidad de aceite.

No se considera necesaria la instalación de dispositivos fijos de extinción, aunque se prevé la existencia junto a los trafos de potencia de un extintor móvil de carro de polvo ABC polivalente de eficacia 21B-113B-C.

1.17.3. Ruidos

Los únicos elementos que producen ruido en la subestación proyectada son los transformadores de potencia.

El nivel máximo admisible de presión acústica depende del tipo de zona en la que se ubique la subestación, y variará entre 40 dBA (zonas con equipamiento sanitario) y 55 dBA (zonas industriales), de acuerdo al Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido, con fecha 17 de noviembre. La subestación se encuentra próxima a zonas de uso residencial y zonas verdes. Por lo tanto, no se debe sobrepasar los 45 dBA como valor más restrictivo de inmisión de ruido.

En el Anexo II: Estudio de ruidos se incluyen los cálculos efectuados.

1.17.4. Campos electromagnéticos

Los equipos eléctricos que conforman la subestación, al igual que cualquier otro equipo o aparato que funcione con energía eléctrica, generan campos eléctricos y magnéticos, cuya intensidad depende de la frecuencia, la intensidad y la tensión.

Los campos eléctricos y magnéticos que se producen a bajas frecuencias, como la frecuencia industrial de 50 Hz a la que funciona el sistema eléctrico español, tienen como principal característica que no se acoplan ni se propagan como una onda, sino que desaparecen a corta distancia de la fuente que lo genera.

La ampliación de potencia de la subestación estará diseñada según el Reglamento de Instalaciones de Alta Tensión en virtud de lo establecido en el Real Decreto 337/2014, como indica el apartado 3.15 de la ITC-RAT 15 "Limitación de los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión" para que no se supere en el exterior de la instalación el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

Este Real Decreto recoge los criterios de la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea de 12 de julio de 1999. Según el Anexo II "Límites de exposición a las emisiones radioeléctricas" del Real Decreto 1066/2001, para frecuencias de 50Hz, el máximo campo electromagnético permitido es de 100 μ T.

En el documento "Planos" se incluye una simulación de campos magnéticos de frecuencia industrial generados por la subestación tras la ampliación objeto de este proyecto con el fin de obtener y conocer la magnitud en las condiciones de carga más desfavorables.

Aun considerando que los cálculos de campos magnéticos están hechos en la situación de carga máxima y que la suma de los campos se realiza escalarmente, se observa en el plano que los valores de campo magnético en el perímetro de la subestación no superan en ningún caso los valores máximos permitidos marcados por este Real Decreto 1066/2001.



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC
5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 14/51

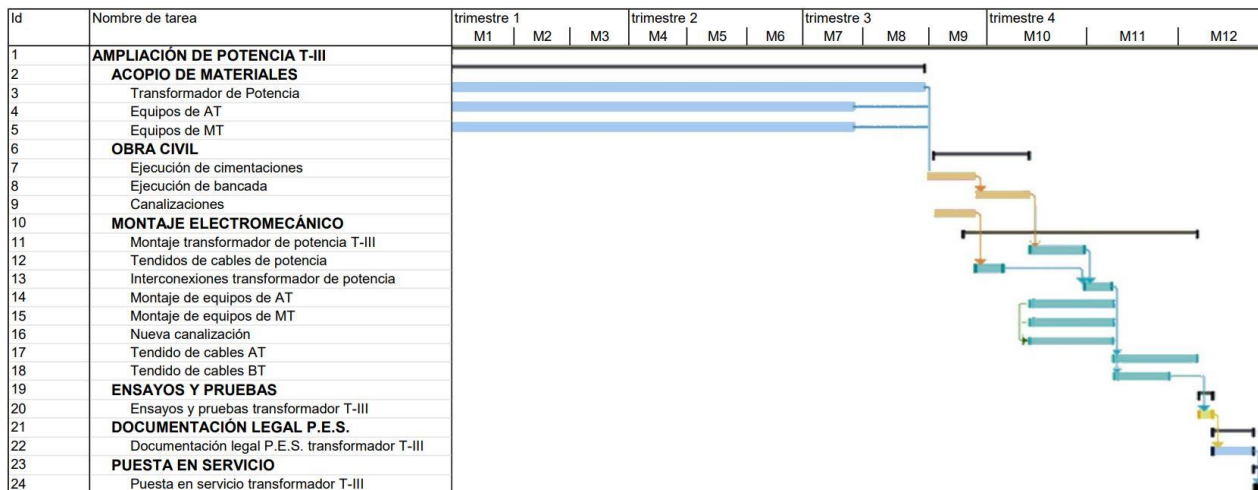
Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



1.18. Planificación

El plazo de ejecución del presente proyecto que se prevé es de DOCE (12) MESES en sintonía con la planificación que se indica a continuación:



Estos plazos empezarán a contar en el lanzamiento de la obra, una vez obtenidos todos los permisos, licencias y autorizaciones necesarias.

1.19. Seguridad y salud

Como anexo a este proyecto se recogen las medidas a contemplar como parte del Estudio de Seguridad y Salud, en cumplimiento del R.D. 1.627/1997 de 24 de octubre.

1.20. Presupuesto

El presupuesto de las obras descritas asciende a la cantidad de **SETECIENTOS SETENTA Y UN MIL TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON OCHETA Y UN CÉNTIMOS DE EURO (771.328,81 €)**.

CÓRDOBA, JULIO DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557



FLORES VENTURA RAFAEL - 80
2023.07.12 13:40:38 +02'00



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 15/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



2. Documentos planos

2.1. Lista de planos

CÓDIGO	TÍTULO
31586I00019	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
31586I00020	ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR
31586I00021	PLANTA GENERAL. DISPOSICIÓN DE EQUIPOS.
31586I00022	PLANTA GENERAL. SECCIONES
31586I00023	RED DE PUESTA A TIERRA
31586I00024	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

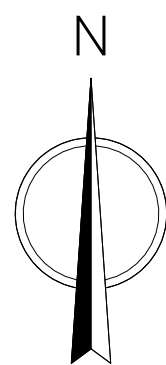


Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 16/51





13058A00900225

13058A00900229

13058A00900231

13058A00900218

13058A00900207

13058A00909003

13058A00900201

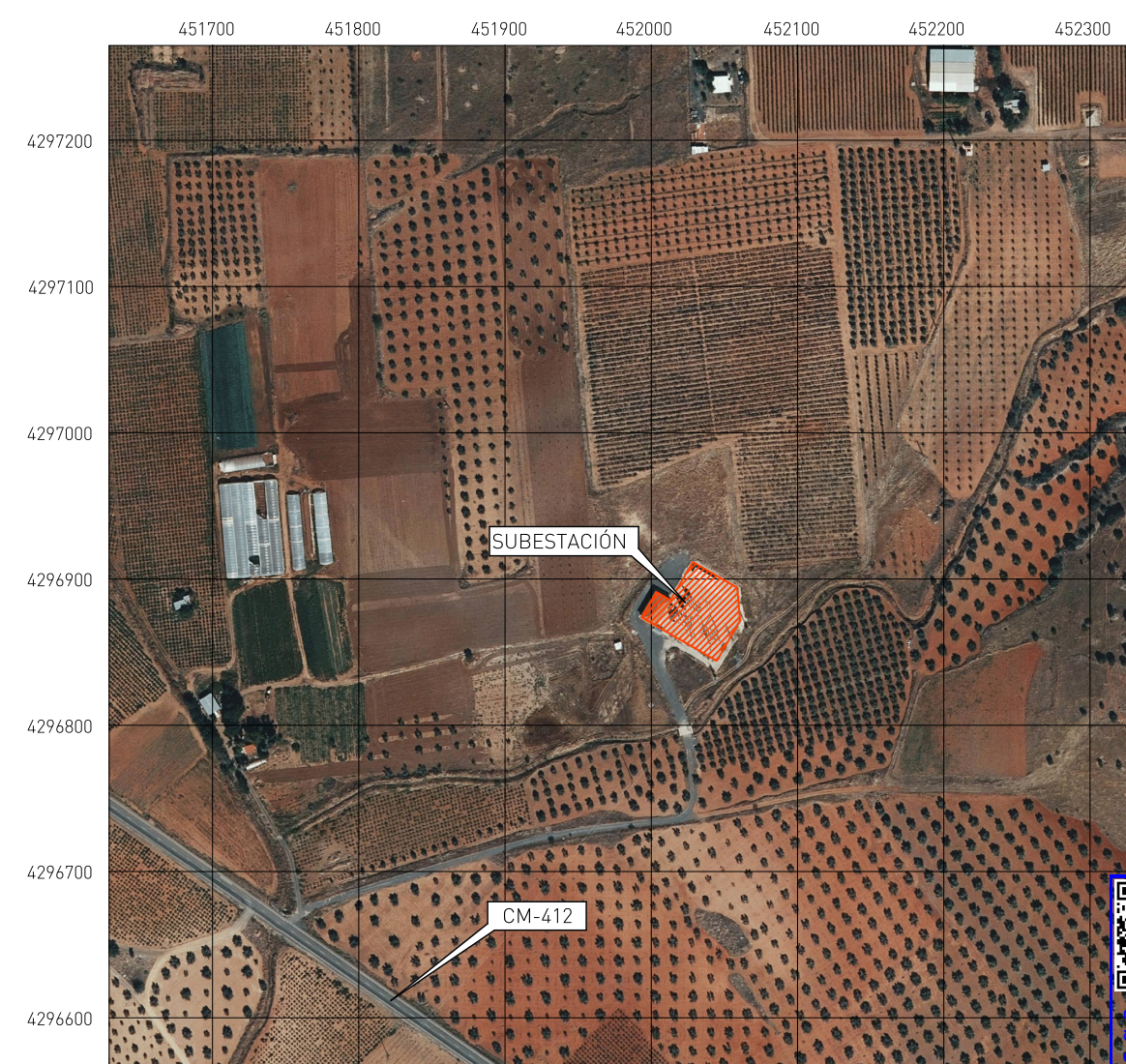
ARROYO COLORADO

EMPLAZAMIENTO


Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industria
Colegiado 5.557



SITUACIÓN
ESCALA 1:25.000



UBICACIÓN
ESCALA 1:5.000

COORDENADAS UTM (ETRS89, HUSO 30)		
PUNTO	X	Y
A	452.011	4.296.864
B	452.024	4.296.904
C	452.013	4.296.885
D	452.059	4.296.894
E	452.061	4.296.872
F	452.045	4.296.845

COORDENADAS DEL ACCESO Y LÍMITES DE LA SUBESTACIÓN
REFERIDAS AL SISTEMA UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM)

NOTAS.-

LA ZONA RECUADRADA CORRESPONDE A LA AMPLIACION A REALIZAR

[illegible]

TÍTULO PROYECTO:
SUBESTACIÓN MORAL DE CALATRAVA 132/15 kV
AMPLIACIÓN DE POTENCIA 132/15kV 15MVA

TÍTULO PLANO:

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

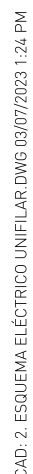
INDICADAS



Doc. Cliente: UD928222079002

Plano:	31586100019
--------	-------------

HOJA 1 SIGUE -



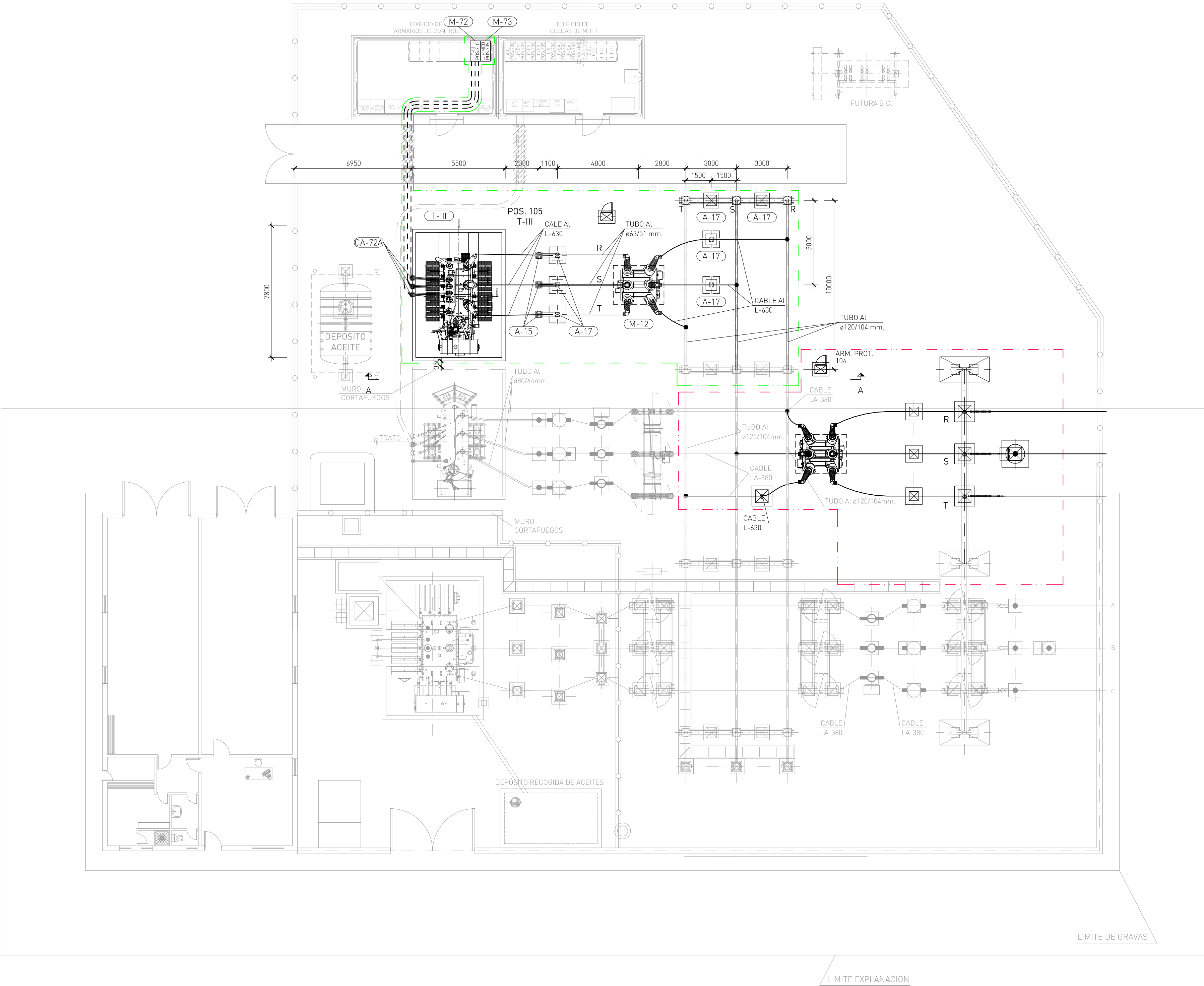
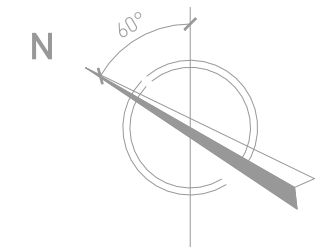

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
 1-0702-923
 VISADO 806/2023
 00-3851
 Puede verificar este documento en:
<http://www.copiima.com/verificador/>
 Código: 1RDNVJ7BZPHJ8-ANGCXW119DC

UD928222079002

MOR

RELACION DE LA NUEVA APARAMENTA A INSTALAR

POS.	CANT.	DENOMINACION	REFERENCIA
APARAMENTA 132 kV			
M-11	1	MODULO HYPACT 145kV 2500A POS. TRAF0	G.E.
A-15	3	AUTOVÁLVULA VARISIL HTS 120	DISACE TRIDELTA
A-17	8	AISSLADOR DE APOYO C8-650	ABENCOR
APARAMENTA 15 kV			
M-72	1	CELDA SF6 SIMPLE BARRA NXPLUS POSICIÓN TRANSFORMADOR	SIEMENS
M-73	1	CELDA SF6 SIMPLE BARRA NXPLUS POSICIÓN LÍNEA+MEDIDA	SIEMENS
TRANSFORMADORES			
T-III	1	TRANSFORMADOR 132/15 kV 15 MVA	SIEMENS
CONDUCTORES			
CA-72A	-	CABLE RHZ1-20LIS1 12/20 kV Al 31x240mm ² +H16	-



PLANTA GENERAL
ESCALA 1:150

- NOTAS.-
- LA ZONA RECUADRADA CORRESPONDE A LA AMPLIACION A REALIZAR
 - PROYECTO DE AMPLIACIÓN CON NUEVA POSICIÓN DE LÍNEA DE 132 kV "BOLAÑOS", QUE SE TRAMITA APART

1	30/06/23	ECO	ECO	JMMI	LDR	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA

TÍTULO PROYECTO:

**SUBSTACIÓN MORAL DE CALATRAVA 132/15 kV
AMPLIACIÓN DE POTENCIA 132/15KV 15MVA**

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL
DISPOSICIÓN DE EQUIPOS

ESCALA:

1:150

Doc. Cliente: UD928222079002

Plano: 31586100021

HOJA 1 SIGUE -

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 5.557

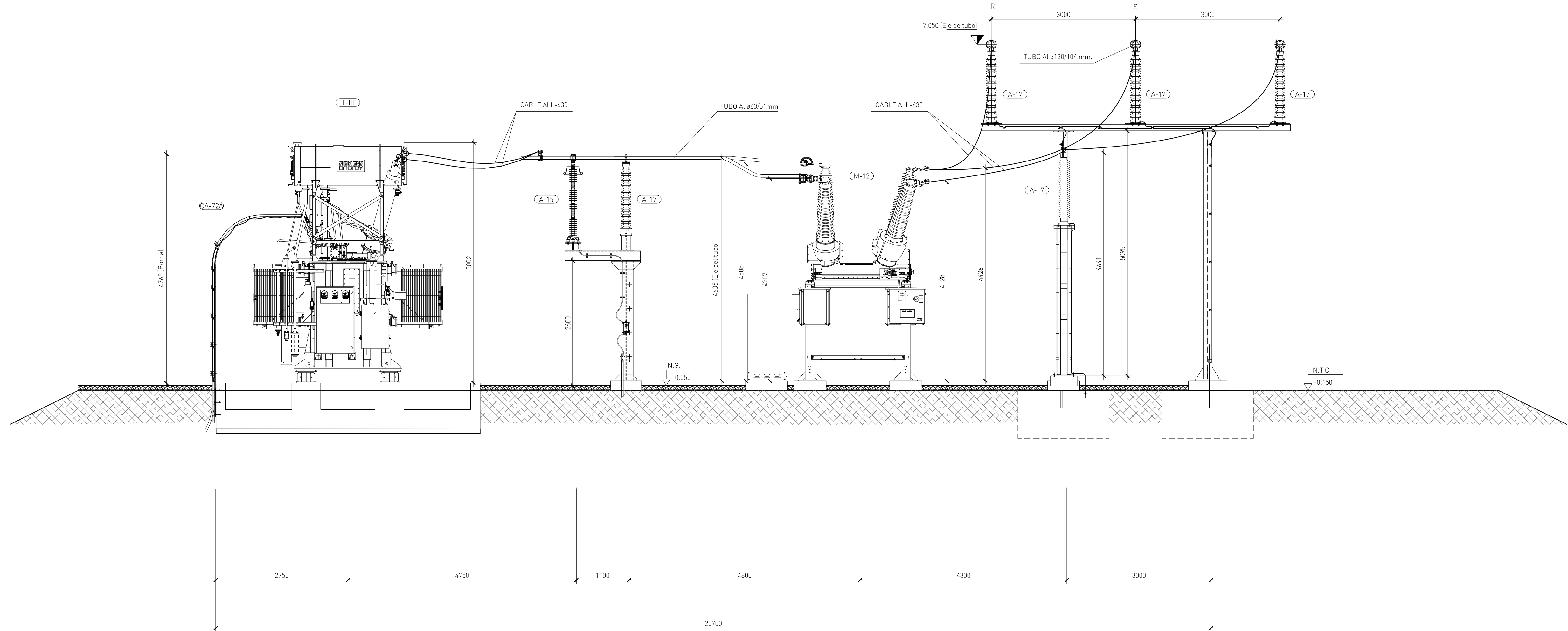
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
Puede verificar este documento en:
5557 - Rafael Flores Ventura
Código: IRKXUJ7B8ZHBANGWLL9DC

UD928222079002

MOR

RELACION DE LA NUEVA APARAMENTA A INSTALAR

POS.	CANT.	DENOMINACION	REFERENCIA
APARAMENTA 132 kV			
M-11	1	MODULO HYPACT 145kV 2500A POS. TRAF0	G.E.
A-15	3	AUTOVÁLVULA VARISIL HTS 120	DISACE TRIDELTA
A-17	8	AISLADOR DE APOYO C8-650	ABENCOR
APARAMENTA 15 kV			
M-72	1	CELDA SF6 SIMPLE BARRA NXPLUS POSICIÓN TRANSFORMADOR	SIEMENS
M-73	1	CELDA SF6 SIMPLE BARRA NXPLUS POSICIÓN LÍNEA+MEDIDA	SIEMENS
TRANSFORMADORES			
T-III	1	TRANSFORMADOR 132/15 kV 15 MVA	SIEMENS
CONDUCTORES			
CA-72A	-	CABLE RHZ1-20LI(S) 12/20 kV Cu 3(1x240mm²) +H16	-



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:50

1	30/06/23	ECO	ECO	JMMI	LDR	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA



TÍTULO PROYECTO:
**SUBESTACIÓN MORAL DE CALATRAVA 132/15 kV
AMPLIACIÓN DE POTENCIA 132/15KV 15MVA**

TÍTULO PLANO:
**DISPOSICIÓN DE EQUIPOS
SECCIONES**

ESCALA:
1:50



Doc. Cliente: UD928222079002
Plano:
31586100022
HOJA 01 SIGUE --

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 5.557

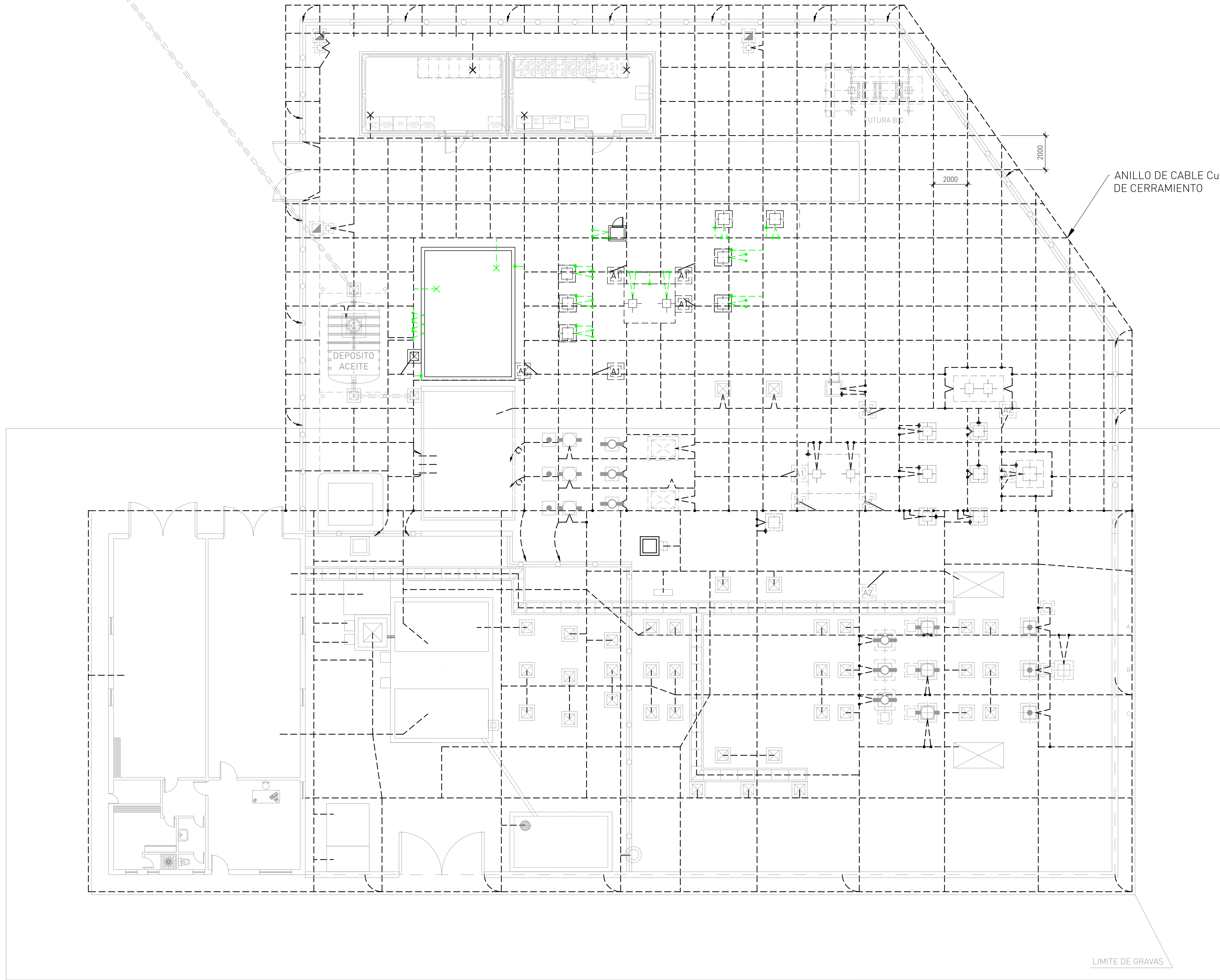
CAD: 5 PLANTA GENERAL - RED DE PUESTA A TIERRA.DWG (20/07/2023) 1:28 PM

DIN A1

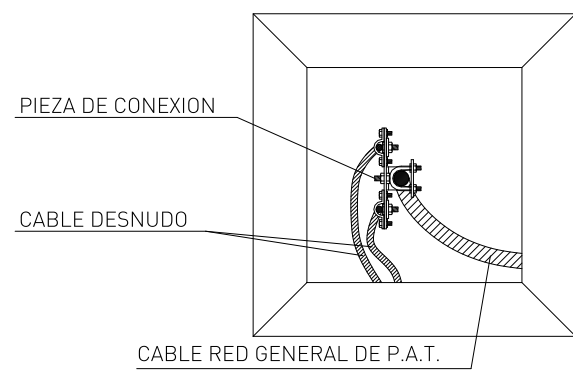
UD928222079002

MOR

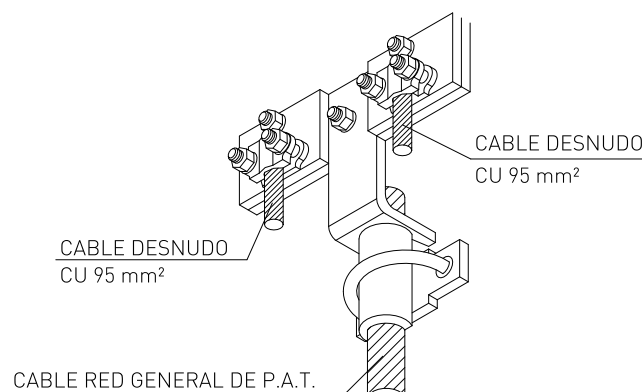
POZO
DRENANTE



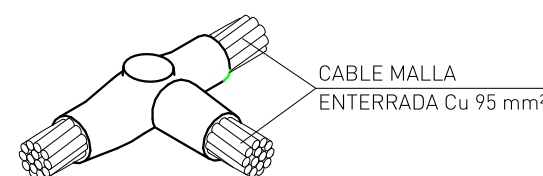
LIMITE EXPLANACION



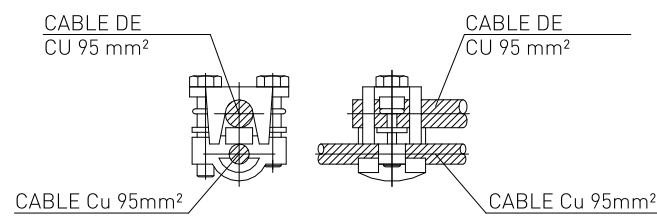
PLANTA ARQUETA DE CONEXION A RED GENERAL DE P.A.T.
SIN ESCALA



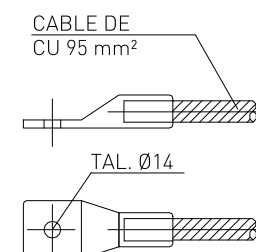
DETALLE PIEZA DE CONEXION
SIN ESCALA



DETALLE CONEXION ALUMINOTERMICA EN 'T'
SIN ESCALA



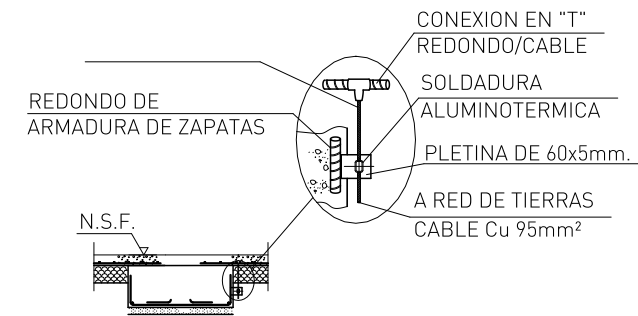
GRAPA PARA DERIVACION DE CABLE CU 95 mm² A CABLE CU 95mm²
SIN ESCALA



TERMINAL DE PRESION PARA CABLE CU 95 mm² DETALLE CONEXION A DIFERENTES ELEMENTOS METALICOS
SIN ESCALA

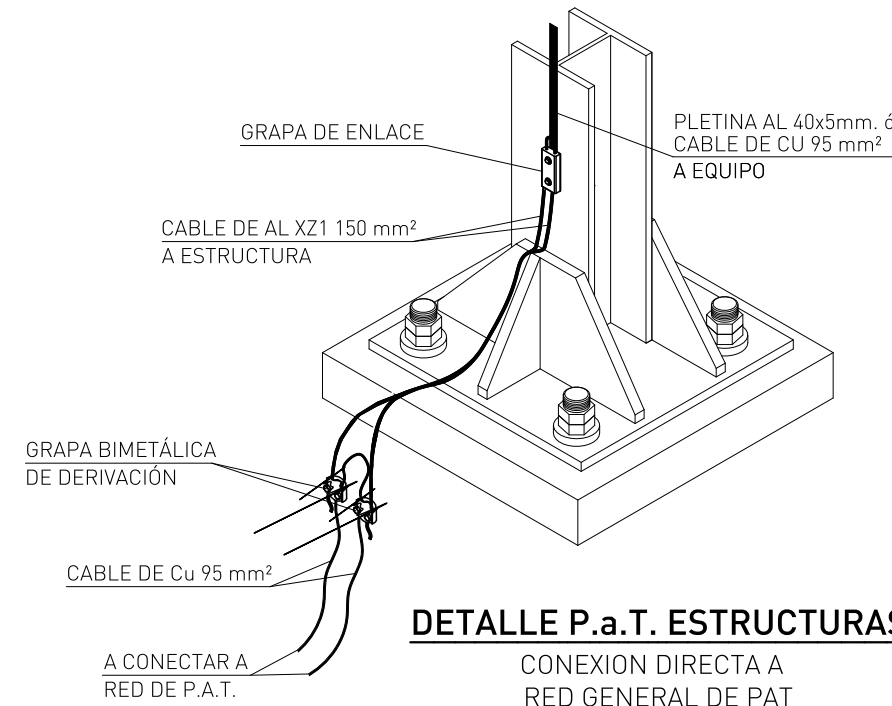
RELACION DE MATERIALES NECESARIOS PARA EL MONTAJE

SIMB.	CANT.	DENOMINACION
	40 m.	CABLE Cu DESNUDO 95 mm²
	6 m.	CABLE Cu DESNUDO 10 mm² [CONEXIÓN TAPAS ARQUETAS]
	16	CONEXION DE PASO DE CABLE CU 95 mm² A ESTRUCTURA METALICA
	14	CONEXION CABLE CU 95 mm² A ARMADURA DE CIMENTACIÓN



NOTA.-
LAS ARMADURAS QUEDARAN UNIDAS ENTRE SI PROCURANDO LA CONTINUIDAD ELECTRICA. EN CADA PUNTO SEÑALADO EN LOS PLANOS DE CIMENTACION DE OBRA CIVIL, LA RED DE TIERRA SE UNIRA A LA ARMADURA PRINCIPAL SEGUN ESTE DETALLE TIPICO

DETALLE DE CONEXION A TIERRA ARMADURAS CIMENTACIONES
SIN ESCALA



DETALLE P.a.T. ESTRUCTURAS
CONEXION DIRECTA A RED GENERAL DE PAT SIN ESCALA

NOTAS.-

- LA DISPOSICION DE LA RED DE TIERRAS ES APROXIMADA, LA SITUACION EXACTA SE DETERMINARA SOBRE EL TERRENO.
- LA MALLA GENERAL DE TIERRA ESTARA FORMADA POR CABLE DE Cu DE 95 mm², ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 0,8 m. POR DEBAJO DE LA COTA DE TERRENO COMPACTADO Y SOBRESALDRA UN METRO POR CADA LADO DEL VALLADO.
- SE CUBRIRA EL PISO CON UNA CAPA DE GRAVA DE DIAMETRO DE ARIDO ENTRE 20 Y 40 mm Y DE 100 mm DE ESPESOR MINIMO, EXTENDIDA EN TODA LA SUPERFICIE DE LA SUBESTACION, EXCEPTO EN BANCADAS Y CIMENTACIONES EN UN PASILLO PERIMETRAL EXTERIOR AL CIERRE DE 1 m DE ANCHO, PARA EVITAR TENSIONES DE CONTACTO PELIGROSAS EN EL EXTERIOR SE EXTENDERA LA CAPA DE GRAVA DE TAL FORMA QUE PROPORCIONE UNA RESISTIVIDAD SUPERFICIAL SUFICIENTEMENTE ELEVADA.
- LAS CONEXIONES ENTRE CABLES ENTERRADOS SE HARAN POR MEDIO DE SOLDADURA ALUMINOTERMICA.

1	30/06/23	ECO	ECO	JMMI	LDR	PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO
EDIC	FECHA	DD	TP	RVS	APR	EDITADO PARA



TITULO PROYECTO:
SUBSTACIÓN MORAL DE CALATRAVA 132/15 kV AMPLIACIÓN DE POTENCIA 132/15KV 15MVA

TÍTULO PLANO:
PLANTA GENERAL
RED DE PUESTA A TIERRA

ESCALA:
1:150



Doc. Cliente: UD928222079002

Plano:
31586100023

HOJA 1 SIGUE

Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 5.557

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
Puede verificar este documento en:
5557 - Rafael Flores Ventura
Codigo: IR00007982HANGWLL9DC



Rafael Flores Ventura
Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado 5.557


Colégio Oficial de Peritos e Engenheiros Técnicos Industriales de Málaga
 Puede verificar este documento en:
<http://www.copliima.com/verificador/>
 Código: JRONJY7BZBHJBAIXGWXLJ9DC

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



3. Documento Pliego de condiciones técnicas

3.1. Generalidades

La presente especificación contiene las prescripciones técnicas de los equipos que se instalarán en la Subestación Moral de Calatrava, en el término municipal de Moral de Calatrava (Ciudad Real), según la ejecución del proyecto.

Todos los equipos que se instalen en la subestación cumplirán con las características reflejadas en las correspondientes Especificaciones de Materiales de UFD.

3.2. Relación de equipos

- Transformador de potencia 132/15 kV 15 MVA.
- Módulo HIS (con protecciones y medida).
- Autoválvulas 132 kV.
- Aisladores de apoyo 132 kV.
- Celdas blindadas GIS 15 kV simple barra.
- Conductores y accesorios 15 kV.
- Cables de mando y control.

3.3. Características principales

Los equipos para la instalación del parque de 132 kV son del tipo exterior, con módulo híbrido de exterior, con aislamiento en hexafluoruro de azufre que incluyen: la aparamenta, los equipos de mando, protecciones y telecontrol. Los equipos de 15kV son del tipo blindado de interior, con aislamiento en hexafluoruro de azufre que igualmente incluyen: la aparamenta, los equipos de mando, protecciones y telecontrol.

El transformador de potencia es del tipo exterior, con aislamiento en baño de aceite, con refrigeración ONAN mediante radiadores adosados a la cuba, dispone de bornas convencionales en 132 kV y en 15kV, y permite la regulación en carga en el lado de alta tensión.

Las características eléctricas principales de los equipos se indican a continuación.

3.4. Transformador de potencia 132/15 kV 15 MVA

El nuevo transformador estará proyectado e instalado según lo previsto en las especificaciones técnicas de UFD.

La máquina será de tipo robusto y capaz de resistir los más violentos cortocircuitos. El centro de gravedad, tanto con aceite como sin él, estará situado de manera tal que la máquina tenga un buen grado de estabilidad. Es por ello que el transformador se apoya sobre pivotes.

El funcionamiento de las máquinas será silencioso y libre de vibraciones, cualesquiera que sean las condiciones de carga, con tensión nominal + 12 % y frecuencia nominal (50 Hz) + 5 %.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Nivel de tensión primaria (kV)	132
Frecuencia (Hz)	50
Potencia asignada en servicio continuo	
Arrollamiento primario (MVA)	15
Arrollamiento secundario (MVA)	15
Tensión asignada en vacío	
Arrollamiento primario (MVA)	132 ± 10 x 1,16 %
Arrollamiento secundario (MVA)	15



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 23/51

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Tensión máxima servicio (kV)	
Alta	145
Baja	24
Número de posiciones en servicio	8
Número de posiciones totales	15
Grupo de conexión	YNyn0
Refrigeración	ONAN

Todos los valores indicados para las clases de aislamiento corresponderán a las Normas CEI.

El transformador funcionará con potencia nominal por un período de tiempo ilimitado sin exceder los siguientes límites de sobret temperatura con respecto a una temperatura ambiente de 40 °C.

- 60 °C en el aceite.
- 65 °C en los arrollamientos.

La potencia nominal se mantendrá dentro de los límites de sobret temperatura establecidos en todo el campo de regulación de la tensión prevista.

La refrigeración del transformador es por ventilación natural mediante radiadores adosados a la cuba.

La regulación en carga es a potencia y flujo constante en todas sus tomas y se realiza desde el arrollamiento de AT.

Las bornas de línea y neutro son de tipo convencional.

3.4.1. Núcleo

El núcleo será de chapas de acero al silicio de grano orientado, laminadas en frío, de bajas pérdidas específicas y elevada permeabilidad, de la mejor calidad y de tipo anti envejecimiento.

Las chapas estarán exentas de impurezas y convenientemente recocidas después de haber sido cortadas en las debidas dimensiones.

Las chapas serán perfectamente aplanadas y aisladas con procedimientos especiales que garanticen la conservación de las características aislantes en el tiempo y al calor.

Las chapas magnéticas se montarán de manera tal que existan en el núcleo amplios conductos de enfriamiento para eliminar puntos calientes y que se obtengan una distribución uniforme y simétrica del campo magnético.

Las columnas estarán fuertemente prensadas por medio de bloqueos y pernos pasantes adecuadamente aislados.

Las culatas estarán bloqueadas por medio de perfiles de acero y sistemas de tirantes y pernos aislados.

Todas las estructuras de bloqueo garantizarán una adecuada resistencia mecánica, evitarán deslizamientos de las chapas durante el transporte, el ejercicio y en condiciones de cortocircuito, y reducirán al mínimo las vibraciones bajo toda condición de operación.

Toda la estructura de sujeción estará realizada de modo que se reduzcan al mínimo las corrientes parásitas.

El núcleo estará conectado rígidamente a tierra para evitar acumulaciones de cargas electrostáticas.

Por diseño, se minimizan al máximo las vibraciones de la máquina una vez puesta en servicio bajo cualquier condición de operación.

La conexión a tierra del núcleo magnético y del yugo del transformador, con objeto de evitar acumulaciones de cargas electrostáticas, es accesible desde el exterior mediante borna pasatapas de tensión máxima de material mínima de 1 kV. El sistema permite tanto la conexión equipotencial a la tapa del transformador, como la posibilidad de conexión externa a la red de tierras general de la subestación destino. Dicha unión equipotencial, es fácilmente retirable para pruebas.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNUJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 24/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



3.4.2. Arrollamiento

Los arrollamientos serán de conductores de cobre electrolítico, exentos de impurezas, aislados con papel, y en cuanto sea posible, sin soldaduras.

El aislamiento y las capacidades serán convenientemente repartidos en los arrollamientos a fin de evitar puntos débiles en el aislamiento mismo y conseguir así una distribución de tensión sensiblemente líneas a sobretensiones a impulso.

Todas las juntas por donde pasa corriente serán efectuadas con soldadura autógena o con plata.

Los terminales de los arrollamientos y las derivaciones intermedias serán bloqueados rígidamente de modo que se evite cualquier inconveniente causado por las vibraciones.

Los arrollamientos, los cilindros aislantes y la estructura de soporte estarán diseñadas de modo que permitan una amplia circulación del medio de refrigerante y eviten la formación de puntos calientes, soportando además sin deformaciones las máximas solicitaciones mecánicas, ya sean permanentes como transitorias debidas a cortocircuito.

Los materiales empleados son insolubles y químicamente inactivos en baño de aceite caliente, utilizando soportes aislantes de "pressboard" ó madera laminada.

Las bobinas y el núcleo, completamente ensamblados, han sido secados al vacío e inmediatamente después impregnados de aceite dieléctrico para asegurar así la eliminación de humedad y aire de los materiales aislantes.

El conjunto núcleo - arrollamientos se fijará en la caja, de modo que se eviten deslizamientos durante desplazamientos del transformador.

3.4.3. Cuba

La cuba será de chapa soldada y reforzada con perfiles de acero. Será de tipo autoclave para permitir el tratamiento del transformador al vacío (valor de la presión absoluta de 60 mm de mercurio) y sin sufrir deformaciones permanentes a una sobrepresión de 1 Kg/cm², aplicada al transformador lleno de aceite.

La cuba formará un cuerpo único, no subdivisible, al cual se atornillará la tapa. Las juntas de las chapas serán prueba de aceite caliente.

En el interior de la caja se preverán las necesarias guías para mantener el núcleo, con sus arrollamientos, en la justa dirección al ser introducido o extraído.

Entre el núcleo arrollado y el fondo de la caja se habilitará un espacio suficiente para recoger los sedimentos.

Para garantizar la protección mecánica de la cuba, incluido defecto interno, se emplean válvulas de sobrepresión en número adecuado, con un mínimo de dos contactos de actuación para señalización de alarma. Asimismo, el transformador incorpora un sistema deflector de material metálico con canalización de aceite hacia el fondo del transformador en el caso de actuación de las válvulas de alivio de protección de la cuba. Además, la cuba irá provista de las siguientes válvulas y grifos:

- Válvula de seguridad.
- Válvulas para el tratamiento del aceite.
- Válvulas para tomas de muestras en la parte alta, media y baja de la caja.
- Válvulas para independizar los radiadores de la cuba.

La tapa de la cuba se ha diseñado de manera que se eviten depósitos de agua sobre la superficie externa, posibilita que las burbujas de gas y aire se dirijan hacia el relé Buchholz. Para garantizar la seguridad de las personas y evitar caídas, se sitúan sobre la tapa los puntos adecuados de sujeción.

Las conexiones mecánicas estarán provistas de empaquetaduras a prueba de gas y de aceite caliente. Dispondrán de suficiente número de pernos o de tornillos, convenientemente distanciados, de manera que se asegure una presión uniforme en las empaquetaduras.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Industriales de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 25/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



Las empaquetaduras soportarán, sin sufrir desperfectos, tanto la sobrepresión como el grado de vacío previsto para el transformador.

La cuba irá provista de cáncamos para levantar la máquina totalmente llena de aceite, y se equipará con p y posee un mínimo dos terminales para su puesta a tierra, ubicados en dos extremos opuestos de la p inferior de la misma, y preparados para conductor de cobre de sección de hasta 185 mm². La grapa suministrada permite asimismo la conexión de cable de tierra en forma de bucle.

3.4.4. Aceite y su correspondiente equipo

- **Aceite**

Los transformadores dispondrán de una capacidad de aceite suficiente para llenar la cuba, el depósito de expansión, los radiadores y, donde fuere necesario, los aisladores pasantes.

El aceite aislante será mineral de tipo nafténico o parafínico, de primera calidad, especialmente refinado para el uso como medio aislante y de enfriamiento de los transformadores. En su composición química no contendrá sustancias inhibitorias. Tampoco contiene sustancias pasivantes.

El aceite tendrá características conforme a las Normas.

- **Indicador del nivel de aceite**

Los transformadores irán provistos de indicador del nivel de aceite del tipo cuadrante y con contactos eléctricos. Irá montado en un extremo del depósito de expansión y en posición fácilmente visible desde el suelo y accesible aun cuando la máquina esté funcionando.

- **Termómetro y termostatos**

Los transformadores estarán provistos de termómetro con contactos eléctricos para medir la temperatura del aceite en su punto más caliente.

Dicho termómetro se leerá fácilmente desde el suelo y será accesible aún en tensión.

El transformador dispondrá de termostatos para detectar la temperatura del aceite en los puntos más calientes.

- **Depósito de expansión del aceite**

Los transformadores estarán equipados con depósito de expansión montado sobre la tapa. El depósito será de chapa soldada y será del tipo apto para tratamiento a vacío (presión absoluta de 60 mm de mercurio).

La capacidad del depósito de expansión permitirá la compensación del aceite y el trasiego de la cantidad necesaria para permitir el desmontaje de los aisladores pasantes.

En la tubería de conexión entre el tanque de expansión y la caja está previsto un tramo desmontable para montaje del relé Buchholz que irá provisto de válvulas a uno y otro lado.

Tiene dos secciones, una para cuba y otra para el cambiador de tomas en carga, siendo idénticos los requisitos en cuanto a accesorios por sección independiente se refiere.

Cada recinto independiente en el depósito conservador dispone de un desecador de aire con silicagel; uno para el depósito de la cuba y otro para el depósito del cambiador de tomas. Ambos incorporan mirilla de cristal alargada que permite ver todo su contenido y están situados a una altitud conveniente sobre el nivel del suelo, a no más de 1,5 m.

- **Relé Buchholz**

El transformador dispone de un relé Buchholz para cuba. Éste es antisísmico, con un contacto de alarma y de disparo.

Está perfectamente nivelado. La tubería de unión dispone de una pendiente no menor de 8% para facilitar el flujo de gas hacia el depósito conservador, con los diámetros mínimos de acuerdo a la capacidad del transformador. La tubería parte del punto más alto donde está presente aceite. Entre la cuba y el relé Buchholz se dispone de un carrete elástico.



Industrias de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Industrias de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Industrias de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Industrias de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



El transformador posee toma de muestras de gases y aceite para cada relé Buchholz instalado, a altura de hombre y a través de vaso de cristal. Tiene instaladas dos válvulas que permitan el aislamiento del vaso de cristal para permitir que éste se pueda retirar fácilmente.

- **Tratamiento de aceite**

Antes de la puesta en servicio el aceite será tratado con un grupo centrífugo autoclave.

3.4.5. Equipo regulador de tensión

El transformador debe estar equipado con conmutadores de tensión bajo carga con enclavamiento adecuado para evitar operaciones falsas o intempestivas. En particular, se debe evitar que el pasar de un escalón a otro escalón adyacente, el conmutador se pare en posición intermedia y que una conmutación una vez iniciada, no se finalice.

El motor y control del conmutador bajo carga debe ser instalado en un armario estanco, fijado a la caja del transformador. El equipo para el mando a distancia deber ser instalado en los paneles situados en el edificio de la subestación.

El aceite del conmutador bajo carga debe ser igual al del transformador y debe estar contenido en una cuba completamente separada de la cuba de la máquina.

Dicha cuba debe ser provista de depósito de expansión y en la tubería de conexión entre el depósito y el conmutador, debe estar previsto un tramo desmontable para la aplicación del relé Buchholz.

3.5. Parque de 132 kV

3.5.1. Módulo híbrido HIS

Los módulos híbridos de 132 kV serán blindados para instalación intemperie, conteniendo la aparamenta de alta tensión aislada en gas hexafluoruro de azufre, y un panel de baja tensión para operación y señalización local. Sus correspondientes dispositivos de protecciones y medida se instalarán en un armario específico para cada módulo.

Las características principales de los módulos son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	132
Tensión nominal (kV)	145
Tensión nominal a frecuencia industrial 60 s (kV)	275
Tensión nominal a impulso tipo rayo (kVcresta)	650
Intensidad nominal (A)	2.500
Intensidad nominal de corta duración (kA)	40
Duración del cortocircuito (s)	1
intensidad admisible asignada dinámica (kA)	80

El tipo de encapsulamiento es monofásico. Las envolventes son de aleación de aluminio resistente a la corrosión y la polución, están conectadas permanentemente a tierra, son capaces de resistir las presiones normales y transitorias sometidas en servicio de manera que asegure su estanqueidad, esto es:

- 0,1 s para corrientes de 31,5 kA con sólo actuación del dispositivo de descarga de presión.
- 0,3 s para corrientes de 31,5 kA siendo permisible la perforación de la envolvente, pero no la fragmentación de la misma.

La aparamenta está dividida en compartimentos de manera que se minimizarán los efectos producidos por un arco dentro de uno de ellos y manteniéndose las condiciones normales de funcionamiento en el resto de los compartimentos.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Calatrava

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 27/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



Cada recinto independiente cuenta con su correspondiente dispositivo de vigilancia continua y automática de la densidad del gas (manodensostatos) con compensación de la temperatura. También dispone, por cada compartimento, de las válvulas precisas para el vaciado y carga de gas.

Las dimensiones de los módulos serán:

DIMENSIONES	mm
Anchura	2.780
Profundidad	3.614
Altura	4.508

El módulo híbrido se montará sobre una estructura metálica común realizada mediante perfiles normalizados de acero galvanizado AE-275-D. Sobre la misma se montarán los siguientes componentes:

- Un juego de bushing de tipo polimérico, fabricado en goma de silicona sobre un cuerpo de vidrio, para conexión al lado de la línea o transformador mediante conductor o tubo de aluminio.
- Un juego de barras generales y las derivaciones a los juegos de bushing.
- Cuatro transformadores de intensidad.
- Un interruptor automático tripolar de corte en SF6.
- Dos seccionadores tripolares combinados para el seccionamiento de barras. El del lado de barras con tres posiciones: abierto, cerrado y puesta a tierra para mantenimiento y el del lado de línea con dos posiciones: abierto y cerrado.
- Un juego de bushing de tipo polimérico, fabricado en goma de silicona sobre un cuerpo de vidrio, para conexión al lado de las barras mediante conductor o tubo de aluminio.

El mando de los elementos se efectuará a tres niveles diferentes:

- "Telecontrol" desde las unidades SOAL y SCADA.
- "Mando Eléctrico Local" desde los paneles de mando situados en los armarios de protecciones de cada uno de los módulos.
- "Mando Manual" de socorro desde cada del equipo.

3.5.1.1. Interruptor

Los interruptores son de corte en gas SF6 y aislamiento en el mismo gas. Las características principales se indican a continuación:

INTERRUPTOR	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión nominal (kV)	145
Tipo de interruptor	Tripolar
Tipo de accionamiento	Resorte
Corte	En SF6
Intensidad nominal (A)	2.500
Poder de corte nominal (kA)	40
Intensidad nominal de cierre 2,5 lcc (kAcresta)	80
Factor del primer polo	1,6
Secuencia de maniobras	0-0,3 s – CO – 60 s – CO
Duración máxima del arco al 100% del poder de corte (s)	1

Los interruptores estarán diseñados de forma que, funcionando en servicio continuo y a su intensidad nominal, los calentamientos sobre la temperatura ambiente de las diferentes partes del interruptor no excederán los valores máximos indicados en el apartado 4.4 de la norma UNE-EN 60694.

Los interruptores estarán diseñados de forma que en posición CERRADO sean capaces de soportar sin daño una intensidad de paso durante 1 s de valor igual al poder de corte nominal en cortocircuito. Asimismo, serán



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 28/51

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos de Málaga

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



capaces de soportar sin daño en posición CERRADO un valor de cresta de intensidad igual al poder de cierre nominal en cortocircuito especificado.

Los interruptores serán capaces de cortar defectos de línea (defecto kilométrico) según las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 62271-100.

Los interruptores se construirán de tal forma que no puedan variar su estado de ABIERTO o CERRADO por efecto de esfuerzos ajenos o accidentales extraños, debiendo llevar el debido enclavamiento de forma que sean imposibles maniobras “no autorizadas”.

El interruptor, incluyendo sus elementos de maniobra realizará la secuencia de maniobras asignada según se establece en el apartado 4.104 de la norma UN-EN 62271-100, para toda temperatura ambiente de su clase, tal como se define en el capítulo 2 de la norma UNE-EN 60694.

En lo relativo al poder de corte y poder de cierre asignados de corrientes capacitivas del interruptor serán de aplicación las consideraciones establecidas en el apartado 4.107 de la norma UNE-EN 62271-100, siendo el funcionamiento de recebado durante los ensayos de corte de corrientes capacitivas, clase C2.

El tiempo de corte máximo determinado durante las secuencias de ensayo indicadas en la norma UNE-EN 62271-100 no excederá en ningún caso el tiempo de corte asignado, maniobrando el interruptor con la tensión y la frecuencia de alimentación auxiliar a sus valores asignados, y con el valor asignado de la presión de alimentación y a la temperatura ambiente de 20°C - 5°C.

Cada interruptor tripolar estará formado por tres polos, constituidos cada uno de ellos por uno o varios elementos de corte conectados eléctricamente en serie, acoplados mecánicamente entre sí. El sistema de corte de las cámaras del interruptor será hexafluoruro de azufre.

Los mecanismos de accionamiento del interruptor realizarán una maniobra completa de cierre y apertura aun cuando se deje de actuar sobre el elemento iniciador de la orden de cierre antes de que se haya iniciado la maniobra.

En cualquier caso, el interruptor será capaz de efectuar un número de maniobras tales que garantice que, al menos, se considere de clase M1 en las condiciones establecidas en el apartado 4.110 de la norma UNE-EN 62271-100, habiendo sido el fabricante quien establezca el número de maniobras previstas para su interruptor en dichas condiciones.

La diferencia máxima entre los instantes de entrada en contacto en el cierre, de cara al funcionamiento simultáneo de los polos, no excederá un cuarto de periodo de la frecuencia asignada. Del mismo modo, la diferencia máxima entre los instantes de máxima separación de los contactos en la apertura no excederá de un sexto de ciclo de la frecuencia asignada. Si un polo posee varios elementos de corte conectados en serie, la diferencia máxima entre el instante de separación de los contactos de los elementos de corte en serie no excederá de un octavo de ciclo de la frecuencia asignada. Cuando se trate de un interruptor con polos separados, este requisito será siempre aplicable cuando los polos maniobren en las mismas condiciones.

El suministrador garantizará que en todo momento queda asegurado el grado de simultaneidad requerida en las maniobras de cierre y apertura tripolar.

Los mandos de interruptor serán de disparo libre, permitiendo el disparo automático del interruptor aun cuando se esté dando orden de cierre e impidiendo la repetición de la maniobra de cierre, “bombeo”, aun cuando se mantenga dicha orden. No se instalarán relés “antibombeo” en el circuito de disparo.

La orden de cierre del interruptor quedará bloqueada cuando éste se encuentre cerrado. No será posible efectuar el cierre del interruptor a menos que los resortes de cierre estén totalmente tensados.

Con el interruptor cerrado y sin tensión auxiliar el accionamiento dispondrá de suficiente energía almacenada como para poder realizar siempre la maniobra de apertura.

El interruptor estará preparado para la supervisión de los circuitos de disparo en las dos posiciones.

El mecanismo de accionamiento del interruptor será del tipo de acumulación de energía mediante resortes tensados con motor eléctrico de corriente continua. Dichos resortes llevarán una envolvente de protección para las personas en caso de rotura.



Colegio Oficial de Ingenieros de Electricidad de Madrid
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZ4JB4NGXWJLL9DC
5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 29/51

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



El mecanismo permitirá efectuar el cierre lento del interruptor a efectos de mantenimiento.

El órgano de accionamiento estará provisto de un mecanismo para la maniobra de cierre y de un resorte para la maniobra de disparo, disponiendo de una bobina de cierre y de dos bobinas de disparo independientes y bajo consumo, con alimentaciones independientes desde el regletero.

El mecanismo de accionamiento, así como los elementos de control estarán alojados en un armario de mano. Los elementos internos del accionamiento serán totalmente accesibles y para ello el armario irá provisto con las puertas necesarias.

3.5.1.2. Transformadores de intensidad

Se tratan de transformadores de intensidad de tipo toroidal con un núcleo, esto es, están constituidos por toros colocados en el gas aislante en el interior de una envoltura cilíndrica. El arrollamiento primario es el propio conductor principal.

Las características principales se muestran en la siguiente tabla:

TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión más elevada del material (kV)	145
Nivel de aislamiento y tensiones de ensayo	
Frecuencia industrial (60 s) (kV)	275
Impulso tipo rayo (kVcresta)	650
Frecuencia industrial (60 s) por los arrollamientos secundarios (kV)	3
Intensidad permanente nominal (%)	120
Intensidad térmica nominal 1 s (kA)	40
Intensidad dinámica nominal (kAcresta)	104

Los transformadores de intensidad estarán diseñados de forma tal que se cumpla lo especificado en el capítulo 4.6 de la norma UNE EN 60044-1.

En cualquier caso, el calentamiento de los arrollamientos estará limitado por el aislamiento de clase más baja, bien sea el del arrollamiento propiamente dicho, o bien el del material en el que éste está embebido.

Los bornes de los arrollamientos secundarios serán del tipo atornillable con tuerca, adecuados para la conexión de cables provistos de terminales de compresión con forma de arandela y dispondrán de accesorios para cortocircuito.

Los bornes del arrollamiento secundario se distinguirán con marcas de polaridad indelebles, de forma clara, sobre su superficie o en un lugar próximo.

Las marcas a utilizar en los bornes serán las que apliquen a cada caso de las indicadas en la tabla 10 del apartado 10.1.2 de la norma UNE-EN 6004-1.

Los arrollamientos secundarios del transformador de intensidad se conectarán a cajas de conexión. Dichas cajas de conexiones se realizarán de forma tal que los devanados de clase 0,2s utilizados para facturación se puedan llevar a una caja independiente con posibilidad de sellado sin necesidad de afectar al resto de bobinas secundarias.

Las relaciones de transformación, así como las potencias y clases de precisión asignadas, son las indicadas en la continuación:

POSICIÓN	RELACIÓN	POTENCIA/CLASE	USO
Línea (Ti lado barras)	200-400-800 / 5 A	10 VA cl. 0,5	Medida
	200-400-800 / 5 A	20 VA 5P20	Protección
	200-400-800 / 5 A	20 VA 5P20	Protección



Colégio Oficial de Peritos e Engenheiros Técnicos Industriais de Málaga
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC
5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 30/51

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



POSICIÓN	RELACIÓN	POTENCIA/CLASE	USO
	200-400-800 / 5 A	20 VA 5P20	Protección
Transformador (Ti lado trafo)	200-400-800 / 5 A	10 VA cl. 0,5	Medida
	200-400-800 / 5 A	20 VA 5P20	Protección
	200-400-800 / 5 A	20 VA 5P20	Protección
	200-400-800 / 5 A	20 VA 5P20	Protección

Las potencias y clases de precisión están garantizadas para todas y cada una de las relaciones primarias.

Los límites de error de intensidad, desfase y error compuesto de los arrollamientos secundarios de medida y protección estarán de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 60044-1.

3.5.1.3. Seccionador

Las características principales son las siguientes:

SECCIONADOR DE AISLAMIENTO	
Tensión nominal (kV)	132
Frecuencia nominal (Hz)	50
Nivel de aislamiento y tensiones de ensayo	
Frecuencia industrial (60 s) (kV)	275
Impulso tipo rayo (kVcresta)	650
Frecuencia industrial (60 s) por los arrollamientos secundarios (kV)	3
Intensidad nominal (A)	2.500
Intensidad de cortocircuito (kA)	40
Accionamiento	Manual – a motor
Tipo de mando	Tripolar

El elemento base de este seccionador combinado con puesta a tierra, es una cuchilla rotativa que permite realizar simultáneamente las funciones de seccionamiento y de puesta a tierra, y los interbloques correspondientes.

Las posiciones posibles son: seccionador abierto, seccionador cerrado y seccionador de tierra abierto.

Los seccionadores son capaces de establecer e interrumpir las corrientes capacitivas de carga que aparecen en el momento de la puesta en tensión.

El seccionador es maniobrado por un mando eléctrico directamente fijado en el aparato.

Son accionados de forma trifásica, es decir, conectados mecánicamente por un eje y rueda dentada a un accionamiento común de motor eléctrico, y también se le puede accionar manualmente con una manivela, si fuese necesario. Se provee una cerradura para evitar la introducción de la manivela y un funcionamiento manual sin permiso.

3.5.2. Autoválvulas

Los pararrayos del tipo autoválvula serán unipolares, instalados en cada fase de las posiciones de protección de línea y de transformador entre fase y tierra e irán equipados con contadores de descargas.

La envolvente externa estará realizada en goma a base de silicona ensamblada sobre la envolvente de los discos. Ésta estará compuesta por fibra de vidrio y resinas epoxy. El sellado del conjunto deberá garantizar un estanqueidad perfecta.

El cuerpo estará formado por uno o más elementos, cada uno constituido esencialmente por una serie de elementos de resistencia no lineal, dispuestos en el interior de un aislador de porcelana.

Las uniones entre varios elementos serán efectuadas mediante bridas y bulones. Los elementos de iguales características serán intercambiables entre sí.



Peritos Técnicos Industriales de MáLAGA
Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 31/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



Cada elemento estará provisto de dispositivo para la expulsión del arco al exterior, si la presión en el interior del pararrayos se eleva peligrosamente, y de placa indicadora de acero inoxidable.

Cada polo se suministrará completo de tapa y base metálica, bornas, placa indicadora de acero inoxidable y anillo de guarda. Debe ser previsto para fijarlo, mediante bulones, a la estructura de apoyo.

El diseño de las autoválvulas será tal que en ningún caso provoque la ruptura explosiva de la envolvente en caso de un fallo (según UNE-EN 60099-4), siendo capaz de aliviar las sobrepresiones internas asociadas a una corriente de falta de 40 kArms durante una falta de duración mínima 0,2 s.

Las características principales se muestran en la siguiente tabla:

AUTOVÁLVULA 132 kV	
Frecuencia nominal (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	132
Tensión más elevada del material (kV)	145
Conexión	Fase – Tierra
Factor de puesta a tierra	1,4
Duración de la fase a tierra (s)	1
Nivel de aislamiento de los equipos (BIL) (kV)	650
Material de la envolvente	Goma de silicona
Clase de descarga de línea	3
Corriente de descarga nominal (kAcresta)	10
Tensión máxima residual de descarga para intensidades de forma de onda 8/20 μ s 10.000 A (kV)	320

Los pararrayos del tipo autoválvula deben ser unipolares, instalados entre fase y tierra.

3.5.2.1. Base y cuerpo

El cuerpo debe estar formado por una serie de elementos de resistencia no lineal, dispuestos en el interior de un aislador de tipo polimérico en el caso de las de alta tensión.

El aislador debe estar provisto de dispositivo para la expulsión del arco al exterior, si la presión en el interior del pararrayos se eleva peligrosamente y deben ir equipados de placa indicadora de acero inoxidable.

Cada polo debe suministrarse completo, con tapa, base metálica y bornas. Debe estar provisto para fijarlo, mediante bulones, a la estructura de apoyo.

3.5.2.2. Accesorios

El cuerpo debe estar formado por una serie de elementos de resistencia no lineal, dispuestos en el interior de un aislador de tipo polimérico en el caso de las de alta tensión.

El aislador debe estar provisto de dispositivo para la expulsión del arco al exterior, si la presión en el interior del pararrayos se eleva peligrosamente y deben ir equipados de placa indicadora de acero inoxidable.

Cada polo debe suministrarse completo, con tapa, base metálica y bornas. Debe estar provisto para fijarlo, mediante bulones, a la estructura de apoyo.



Legislación de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 32/51

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



3.6. Parque de 15 kV

3.6.1. Celdas GIS 15 kV simple barra

Los equipos para la instalación del parque de 15 kV son del tipo interior, formados por celdas aisladas hexafluoruro de azufre (SF6), que incluyen los equipos de maniobra, mando, protección, control y comunicaciones.

Las características eléctricas principales de los equipos se indican a continuación.

3.6.2. Aparamenta 15 kV

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Tensión nominal (kV)	15
Frecuencia (Hz)	50
Tensión más elevada del material, Um (kV)	24
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kVcr)	125
Tensión soportada a frecuencia industrial (kV)	50
Nivel de cortocircuito (kA)	25
Intensidad nominal en barras (A)	1.000

3.6.3. Interruptores

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		
Intensidad nominal (A)	Pos. Línea	630
	Pos. Acoplamiento Longitudinal y Trafo	1.250
Poder de corte (kA)	25	
Aislamiento	SF6	
Medio de corte	Vacío	
Accionamiento	Tripolar	

Los interruptores de las celdas de 15 kV con de corte en vacío y aislamiento en gas SF6.

Todos ellos están diseñados de forma que en posición cerrada son capaces de soportar, sin daño alguno, una intensidad de paso igual al poder de corte nominal en cortocircuito durante 3 segundos.

Asimismo, son capaces de soportar sin daño, en posición cerrada, una intensidad de valor de cresta igual al poder de cierre nominal en cortocircuito especificado.

Los interruptores están diseñados de forma que, funcionando en servicio continuo y a su intensidad nominal, los calentamientos sobre la temperatura ambiente de las diferentes partes del interruptor no excedan los valores máximos indicados en las normas.

Los contactos principales y auxiliares son de aleaciones especiales de alto punto de fusión y elevada resistencia mecánica, con dispositivos adecuados para una rápida desionización y extinción del arco. Asimismo, son de fácil regulación para poder realizar una simultánea apertura y cierre en las tres fases.

3.6.3.1. Mando

El mando de los interruptores es de tipo resorte, con rearme mediante motor eléctrico de 125 Vc.c. y con los elementos necesarios para su accionamiento local y a distancia. El mecanismo debe permitir efectuar el cierre lento del interruptor a efectos de mantenimiento.

El órgano de accionamiento está provisto de sendos resortes para las maniobras de cierre y de disparo, disponiendo de una bobina de cierre y de dos bobinas de disparo independientes.



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 33/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



El mando puede terminar una maniobra una vez iniciada, garantizando una maniobra de apertura-cierre-apertura en cada unidad unipolar solamente con la energía almacenada en el resorte.

El mando es de disparo libre, permitiendo el disparo automático del interruptor cuando se está dando la orden de cierre e impidiendo la repetición de la maniobra de cierre aun cuando se mantenga dicha orden.

Las partes metálicas del dispositivo de mando están realizadas de modo que garantizan intervenciones seguras y eficaces y que excluyen aflojamientos o variaciones de puesta a punto, con roces, juegos, desgastes o corrosión de las mismas partes.

Los elementos de mando, como bobinas de apertura y cierre, relés, dispositivos de prueba, etc., así como el mecanismo de accionamiento se alojan, en un cubículo cerrado de mando, protegido contra la intemperie y garantizado contra condensaciones. Este cubículo se encuentra en la propia estructura soporte.

3.6.3.2. Accesorios

El interruptor debe equiparse con todos los accesorios necesarios para considerarlo completo y apto para funcionar, como cableado, bornas, placa indicadora, mando, etc.

Todos los interruptores poseen indicador óptico local de posición para señalización inequívoca de la posición de "abierto" o "cerrado" y de contactos auxiliares para señalización a distancia de la misma. Deben, además, estar equipados con un contador totalizador de maniobras.

3.6.4. Seccionadores

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES		
Intensidad nominal (A)	Pos. Línea	1.000
	Pos. Acoplamiento Longitudinal y Trafo	1.250
Intensidad nominal de corta duración (kA)		25
Aislamiento		SF6
Accionamiento		Tripolar

Todos los elementos capaces de realizar funciones de seccionamiento están exentos durante su funcionamiento de vibraciones y excesivo desgaste de las partes móviles. Además, están diseñados para soportar, en servicio continuo, la corriente nominal dentro de las temperaturas previstas en las normas y resistir sin deformaciones permanentes o daño los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Cada seccionador está equipado con un dispositivo de mando previsto para maniobrar simultáneamente los tres polos. Dicho mando será motorizado, permitiendo a su vez la maniobra manual, incluida la función puesta a tierra.

3.6.4.1. Accesorios

De forma general, los seccionadores están equipados con contactos auxiliares para indicación a distancia de su posición y de la de las cuchillas de puesta a tierra.

3.6.5. Transformadores de intensidad

Las relaciones de transformación, así como las potencias y clases de precisión asignadas, son las indicadas en la continuación:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	TRANSFORMADOR	LÍNEA
Relación de transformación (A)	600-1200/5-5-5 A	200-400-5-5 A
Clase de medida	10 VA cl. 0,5	10 VA cl. 0,5



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 34/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



Clase de protección	10 VA 5P20 10 VA 5P20	15 VA 5P20
---------------------	--------------------------	------------

Los transformadores de intensidad instalados en las celdas de 15 kV son unipolares, con envoltorio exterior de resina epoxi, refrigeración natural y completamente herméticos.

3.6.5.1. Accesorios

El transformador de intensidad está equipado con todos los accesorios para considerarlo completo y en condiciones de funcionamiento.

La placa de características indica las principales características del transformador, el diagrama de conexiones y la polaridad de los terminales, y se fija de modo inamovible al transformador.

3.6.6. Transformadores de tensión

Las relaciones de transformación, así como las potencias y clases de precisión asignadas, son las indicadas en la continuación:

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	LINEA	MEDIDA
Relación de transformación (V)	16.500: 3/ /(2X)110: 3	16.500: $\sqrt{3}$ / /(2x)110: $\sqrt{3}$
Secundario de media	20 VA cl. 0,5	20 VA cl. 0,2
Secundario de protección	50 VA cl. 3P	50 VA cl. 3P

Los transformadores de tensión son de tipo inductivo, con refrigeración natural, completamente herméticos, de tipo enchufable y antiexplosión. La envoltorio externa de los transformadores de tensión es metálica.

3.6.6.1. Núcleo y devanado

El núcleo está formado por chapas magnéticas de bajas pérdidas específicas, estas chapas deben estar exentas de rebabas y fuertemente prensadas para asegurar una adecuada resistencia mecánica del núcleo.

Los devanados, de tipo concéntrico, están dispuestos de modo que se obtenga ante sobretensiones de cualquier naturaleza, una distribución uniforme y lineal de la tensión a lo largo del devanado, evitando gradientes elevados.

Las bornas primarias, secundarias y de tierra se sitúan en una caja en la base, que, en el caso de los módulos de alta tensión, está protegida contra la intemperie.

3.6.6.2. Accesorios

El transformador de tensión cuenta con los accesorios para considerarlo completo y en condiciones de funcionamiento.

La placa de características indica las características principales del transformador, el diagrama de conexiones y la polaridad de los terminales, y está fijada de manera inamovible al transformador.

3.6.7. Cableado de Baja Tensión, Mando y Control

Los conductores de baja tensión, mando y control deben cumplir con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como con las ITC que le sean de aplicación del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Los conductores de baja tensión a utilizar serán de cobre de tensión asignada 0,6/1 kV.



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 35/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los elementos de conducción de cables serán “no propagadores de la llama”.

La sección de los cables deberá ser uniforme en todo su recorrido y sin empalmes.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta, tanto la máxima caída de tensión permitida, como la intensidad máxima admisible.

La intensidad máxima admisible a considerar será la fijada en la UNE 20.460-5-523 con los factores de corrección correspondientes a cada tipo de montaje.

Para la sección del conductor neutro se tendrán en cuenta el máximo desequilibrio que puede verse en las corrientes armónicas y su comportamiento, en función de las protecciones establecidas ante las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran presentarse.

Se indican a continuación las principales características dimensionales y parámetros eléctricos:

CARACTERÍSTICAS CABLEADO DE BAJA TENSIÓN	
Material de conductores	Cobre
Tensión nominal	0,6/1 kV
Material de aislamiento	Material termoestable cero halógenos
Características frente al fuego	Libre de halógenos, retardante del fuego, no opacidad de humos, no gases corrosivos.

El cableado de telecontrol y comunicaciones tiene las siguientes características técnicas:

CARACTERÍSTICAS CABLEADO DE BAJA TENSIÓN	
Conexiones	RS232-RS485
Composición	S-FTP 4x2x AWG 24/1 FRNC DE BAJAS PÉRDIDAS
Diámetro de conductores	0,5-0,6 mm
Material de conductores	Cobre
Formato de los pares	Trenzados
1ª Pantalla	Aluminio
2ª Pantalla	Cobre trenzado
Cubierta	Libre de halógenos, retardante del fuego, no opacidad de humos, no gases corrosivos.
Impedancia	100 Ohmios a 100 MHz
Resistencia máxima	185 Ohm/km
Capacidad entre conductores	< 50 nF/km
Rango de temperatura	-20 °C a 60 °C

3.6.8. Cables de potencia

3.6.8.1. Cables de 15 kV

Los cables de 15 kV serán unipolares aislados secos para instalación subterránea, con aislamiento de polietileno reticulado, pantalla de hilos de cobre y cubierta de poliolefina con doble obturación lineal, no propagadora de llama. Estarán dimensionados para la potencia de la instalación según normalización de UFD.

Los cables de 15 kV para primarios de protección de transformador de potencia tendrán las siguientes características:



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 36/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



CABLE RHZ1-20L(S) 12/20 kV Al 3(1x240 mm ²) + H16	
Tensión asignada (kV)	12/20
Tensión máxima de servicio (kV)	52
Frecuencia (Hz)	50
Nivel aislamiento a impulso tipo rayo (kV _{cresta})	125
Intensidad de cortocircuito admisible para 1 s (I _{CCmax})	25
Diámetro del conductor (mm)	26,3
Diámetro sobre el aislamiento (mm)	30,5
Diámetro sobre la pantalla (mm)	32,9
Diámetro exterior (mm)	42,4
Espesor de la cubierta exterior (mm)	3,0
Espesor del aislamiento (mm)	5,5
Material de la pantalla	Cobre
Sección de la pantalla (mm ²)	16
Peso (kg/m)	1,85
Radio de curvatura (final/instalación) (m)	0,64/0,89
Resistencia máxima del conductor c.c. a 20 °C/ c.a. a 90 °C (Ω/km)	0,125/0,160
Coeficiente de autoinducción (mH/km)	0,376
Capacidad (μF/km)	0,30

CÓRDOBA, JULIO DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 37/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



4. Documento Presupuesto

4.1. Presupuestos parciales

OBRA: SUBESTACIÓN MORAL DE CALATRAVA 132 kV

MUNICIPIO: MORAL DE CALATRAVA (CIUDAD REAL)

4.1.1. Capítulo I: Maquinaria y equipamiento eléctrico

Unidades	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio Total (€)
Transformador de potencia				
Ud	Transformador 132/15 kV 15 MVA	1	430.000,00	430.000,00
Aparamenta de 132 kV				
Ud	Modulo híbrido posición línea GE tipo HYPACT	1	131.120,00	131.120,00
Ud	Aislador de Apoyo C8-650	8	420,00	3.600,00
Ud	Autoválvula DISACE (TRIDELTA) tipo VARISIL HTS 120	3	570,00	1.710,00
Aparamenta de 15 kV				
Ud	Celda simple barra aislada en SF6 posición de protección de transformador SIEMENS NXPLUS-C	1	31.742,00	31.742,00
Ud	Celda simple barra aislada en SF6 posición de protección de línea + medida de barras SIEMENS NXPLUS-C	1	33.901,21	33.901,21
m	CABLE RHZ1-20L(S) 12/20 kV Al 3(1x240 mm ²) + H16	51	6,64	338,64
TOTAL				632.171,85

4.1.2. Capítulo II: Montaje de maquinaria y equipamiento eléctrico

Unidades	Descripción	Precio Total (€)
Parque 15 kV		
PA	Mano de obra de montaje y materiales y medios auxiliares incluyendo conductores, material de puesta a tierra, cables de baja tensión y pequeño material. Incluye recepción, traslado y montaje del nuevo T-III.	60.000,00
PA	Pruebas y puesta en servicio	18.000,00
TOTAL		78.000,00



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNUJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 38/51

Registro Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



4.1.3. Capítulo III: Ejecución material de la obra

CAPÍTULO	PRECIO (€)	 Puede verificar este documento en: http://www.coptima.com/verificador/ Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC
Construcción de nueva bancada	36.500,00	
Ejecución de cimentaciones para nueva apartamentada de alta tensión	11.102,00	
Ejecución de canalizaciones eléctricas y arquetas asociadas	6.231,00	
Ejecución de canalizaciones de drenajes y arquetas asociadas	1.704,00	
Conexión a la malla de tierras existentes, mediante cable de cobre enterrado	879,00	
Control de calidad	1.217,00	
Gestión de residuos	106,48	
TOTAL	57.739,48 €	

4.1.4. Capítulo IV: Estudio de Seguridad y Salud

Unidades	Descripción	Precio Total (€)
PA	Aplicación del Estudio de Seguridad y Salud	3.417,48
TOTAL		3.417,48

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 39/51

5557 - Rafael Flores Ventura

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



4.2. Presupuesto general

Descripción	Precio Total (€)
CAPÍTULO I. Maquinaria y equipos eléctricos	632.171,85
CAPÍTULO II. Montaje de equipos e instalaciones	78.000,00
CAPÍTULO III. Ejecución material de la obra	57.739,48
CAPÍTULO IV. Aplicación del Estudio de Seguridad y Salud	3.417,48
TOTAL	771.328,81

El presente presupuesto importa la referida cantidad de **SETECIENTOS SETENTA Y UN MIL TRESCIENTOS VEINTIOCHO EUROS CON OCHETA Y UN CÉNTIMOS DE EURO (771.328,81 €)**.

CÓRDOBA, JULIO DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 40/51

5557 - Rafael Flores Ventura

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



ANEXO I: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 41/51

5557 - Rafael Flores Ventura

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Según se establece en el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, el proyecto específico incorporará un estudio de seguridad y salud en los proyectos en que se den algunos de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759€.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Puesto que se da alguno de los supuestos anteriormente especificados, se ha elaborado un Estudio de Seguridad y Salud para esta obra, que se presenta como Anexo a este Proyecto.

CÓRDOBA, julio DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557



Puede verificar este documento en:
<http://www.copitima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 42/51

5557 - Rafael Flores Ventura



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES DE MALAGA

CERTIFICADO JUSTIFICATIVO DE EXISTENCIA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

D. RAFAEL FLORES VENTURA INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL COLEGIADO Nº. 5.557 DEL
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES DE MALAGA

CERTIFICA:

Que el Estudio de Seguridad y Salud de la obra Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV – Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA sita en Moral de Calatrava, provincia de Ciudad Real y cuyo titular es UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD, S.A. , ha sido realizado por D. Rafael Flores Ventura y visado por el Colegio Profesional de Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga con el número 7992/2023 y con fecha 10/07/2023; estando recogidas en su totalidad las instalaciones proyectadas en este Proyecto Técnico realizado por mi persona, y no necesitando por tanto la realización de un nuevo Estudio de Seguridad y Salud según el Real Decreto 1627/1997, ya que se adjunta este certificado justificativo a este Proyecto.

Y para que conste y surta efecto donde convenga, se extiende el presente certificado en Málaga, a fecha 10/07/2023.

(Visado del Colegio Oficial)



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 43/51





ANEXO II: DECLARACIÓN RESPONSABLE



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 44/51

5557 - Rafael Flores Ventura

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



DECLARACIÓN RESPONSABLE PARA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA DE CONSTRUCCIÓN



D. RAFAEL FLORES VENTURA, con DNI: 80.162.277-D y domicilio en C/ IMPRENTA LA ALBORADA, PARCELA 124 D, localidad de CÓRDOBA, código postal 14.014, provincia de CÓRDOBA con la titulación de INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL especialidad ELECTRICIDAD Y ELECTROTECNIA.

Con respecto al proyecto técnico denominado: **Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV – Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA.**

Declaro bajo mi responsabilidad que:

El citado proyecto cumple con toda la normativa que le es de aplicación, a los efectos del cumplimiento de lo establecido en el apartado 1b) del artículo 53 de la Ley 24/2013, del 26 de diciembre, del sector Eléctrico (BOE núm. 310, del 27 de diciembre de 2013) y de la Resolución del 19 de febrero de 2014 de la Consejería de Economía e Industria (DOG núm. 31, del 19 de marzo de 2014).

Y para que conste y produzca los efectos oportunos, se expide y firma esta declaración responsable de la veracidad de los datos e información anteriores.

MADRID, julio DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 45/51
5557 - Rafael Flores Ventura



ANEXO III: CUMPLIMIENTO DISTANCIA DE SEGURIDAD REGLAMENTARIAS



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura
-
-

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 46/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



1. Pasillos de servicio en instalaciones eléctricas

Se cumple lo dispuesto en el apartado 6.1. de la ITC-RAT 14 del REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.

A continuación, se transcribe el texto de cada subapartado seguido de su justificación.

"4.1.1. Para la anchura de los pasillos de servicio es válido lo dicho en el apartado 6.1.1. de la ITC-RAT 14". Se cumple lo dispuesto en el apartado 6.1. de la ITC-RAT 14 del REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES TÉCNICAS Y GARANTÍAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.

A continuación, se transcribe el texto de cada subapartado seguido de su justificación.

"6.1.1. 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 según los casos:

- a) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a un solo lado 1,0 m.
- b) Pasillos de maniobra con elementos en alta tensión a ambos lados 1,2 m.
- c) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a un solo lado 0,8 m.
- d) Pasillos de inspección con elementos en alta tensión a ambos lados 1,0 m.

En cualquier otro caso, la anchura de los pasillos de maniobra no será inferior a 1,0 m, y la de los pasillos de inspección a 0,8 m.

Los anteriores valores deberán ser totalmente libres, es decir, medidos entre las partes salientes que pudieran existir, tales como mandos amovibles de aparatos, barandillas, etc. El ancho libre del pasillo será al menos de 0,5 m cuando las partes móviles o las puertas abiertas de los equipos, interfieran en la ruta hacia la salida".

Los detalles indicados en los planos del proyecto permiten ilustrar el cumplimiento de las dimensiones de pasillos de servicio.

CÓRDOBA, JULIO DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557



Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJYJ7BBZHJB4NGXWJLL9DC

Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga
5557 - Rafael Flores Ventura
11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 47/51





Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:
<http://www.coptima.com/verificador/>
Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura
-

11/07/2023
VISADO 8066/2023
00 - 48/51



ANEXO IV: CÁLCULO EMBARRADO Y CONEXIONES

Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



1. Datos de partida

El presente anexo tiene por objeto presentar los resultados de los cálculos del embarrado y conexiones que se instalarán en la subestación Moral de Calatrava, estos estarán situados en la parte de 132 kV de los transformadores y en el parque de 15 kV, debido a las actuaciones que se proyectan.

1.1. Datos generales

- Condiciones Climáticas:
 - Temperatura ambiente máxima 40 °C
 - Temperatura ambiente mínima 0 °C
 - Velocidad máxima del viento 120 km/h
 - Altitud sobre el nivel del mar <1000 m
- El nivel de contaminación de las instalaciones se considerará fuerte o menor, excluyendo el nivel muy fuerte.
- Se empleará de forma preferente el aluminio como material para los conductores desnudos, tanto para tubos (aleación 6063-T6) como para cables (reforzado opcionalmente con núcleo de acero), por motivos fundamentalmente económicos.
- Se empleará de forma preferente tubo en barras principales y en las conexiones entre la aparamenta (mayores intensidades admisibles, mayores longitudes de vano admisibles, ausencia de efecto corona).
- El embarrado a prolongar se realizará con el tubo Al Ø120/104 mm como el existente.
- Se empleará cable en los pendolones, en los tendidos altos y en las conexiones de los transformadores de potencia (preferentemente, en este caso, para reducir esfuerzos sobre bornas).
- La tensión máxima de tendidos de cables será de 1000 kg/fase en 132 kV, con una flecha máxima menor que el 4% de la luz.
- La flecha máxima de los tubos debido a su propio peso será menor que 1/300 de la luz.
- En el caso de cables aislados se utilizará conductor normalizado por UFD para cables puentes en el lado de 15 kV de los transformadores 132/15 kV.

2. Cálculo de conductores

2.1. Cálculos eléctricos

2.1.1. Conductores 132 kV

Los datos y cálculos eléctricos que se exponen a continuación han sido determinados suponiendo los siguientes parámetros:

- Tensión de servicio (U): 132 kV.
- Frecuencia de red: 50 Hz.
- Resistividad eléctrica del aluminio: 0,0282 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Resistividad eléctrica del cobre: 0,0172 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- Sección del conductor Al a instalar: 1075 mm² (tubo Al Ø63/51 mm).
- Sección de conductor Al existente: 547,3 mm².
- Factor de potencia: 1.



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



- Potencia nominal en posición: 15 MW.

Intensidad máxima prevista

La intensidad máxima prevista en los conductores de 132 kV se calculará en función de la potencia solicitada, de la siguiente forma:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{15.000(kW)}{\sqrt{3} \times 132 (kV)} = 65,61 A$$

Las conexiones del lado de 132 kV se realizarán mediante tubo de aluminio Ø63/51mm o equivalente comercial, con conductor de aluminio L-630.

Cable Al L-630

Las conexiones de 132 kV se realizarán mediante conductores desnudos de aluminio homogéneo L-630 Ø32,9 mm, con sección suficiente para las intensidades previstas.

La intensidad máxima admisible en el conductor se obtiene usando la tabla 11 del apartado 4.2.1 de la ITCLAT-07, que establece las densidades de corriente máximas de los conductores en régimen permanente. En ella, se establece una densidad de corriente máxima para cada sección de conductor utilizado.

Sección nominal mm ²	Densidad de corriente A/mm ²		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Tabla 11 del apartado 4.2.1 de la ITC-LAT 07

Siendo 1,50 A/mm² para el conductor Al 630 mm².

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible según la RLAT será:

$$I_{Al_{max}} = S_{Al} \times Secc = 1,50 \times 630 = 945 A$$

Se puede comprobar que la intensidad máxima admisible del conductor Al L-630 es superior a prevista en la posición a instalar.

Tubo Al Ø63/51 mm

La intensidad admisible en régimen permanente del tubo elegido Al Ø63/51 mm, según datos de fabricante, es de 1.787 A, con 35°C de temperatura ambiente y 85 °C de temperatura en el tubo.

Según DIN 43670, esta intensidad debe ser corregida con distintos factores. Así, deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

$$k_1 = 0,925 \text{ por aleación elegida}$$

$$k_2 = 1,25 \text{ para temperatura final de } 80^\circ \text{ C.}$$

$$k_3 = 1 \text{ por ser tubo}$$



Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 50/51



Subestación Moral de Calatrava 132/15 kV

Ampliación de Potencia 132/15 kV 15 MVA



$k_4 = 0,98$ para instalaciones a menos de 1.000 m.s.n.m.

Por lo tanto,

$$I_{max} = I_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 1.787 \cdot 0,925 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,98 = 2.024,90 \text{ A} > 945 \text{ A}$$

Siendo muy superior a la máxima prevista.

2.1.2. Conductores 15 kV

Los datos y cálculos eléctricos que se exponen a continuación han sido determinados suponiendo los siguientes parámetros:

- Tensión de servicio (U): 15 kV.
- Frecuencia de red: 50 Hz.
- Sección del conductor Al a instalar: 240 mm².
- Potencia nominal en posición: 15 MW.

Cable RHZ1-2OL(S) 12/20 kV Al 3(1x240 mm²) + H16

La intensidad máxima teórica del conductor elegido RHZ1-2OL(S) 12/20 kV de aluminio con 240 mm² de sección según los datos del fabricante es de 640 A. Este conductor se instalará en un vial de cables que discurrirá desde el transformador hasta el edificio donde se encuentran las celdas. Según las especificaciones del fabricante establece que la intensidad considerada que la temperatura en el suelo es 25°C y está 1 metros de profundidad.

La intensidad máxima prevista en los conductores de 15 kV se calculará en función de la potencia solicitada, de la siguiente forma:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{15.000(kW)}{\sqrt{3} \times 15 (kV)} = 577,35 \text{ A}$$

La intensidad máxima admisible en el conductor se obtiene usando la tabla 11 del apartado 4.2.1 de la ITCLAT-07, que establece las densidades de corriente máximas de los conductores en régimen permanente. En ella, se establece una densidad de corriente máxima para cada sección de conductor utilizado.

Para el conductor Al 240 mm² será de 2,96 A/mm².

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible según la RLAT será:

$$I_{Al_{max}} = S_{Al} \times \text{Secc} = 2,92 \times 640 = 1.868,80 \text{ A}$$

Por lo tanto, se puede ver que la intensidad máxima teórica del conductor supera de sobra la intensidad prevista en la posición del parque de 15 kV (1.868,80 A > 577,35).

CÓRDOBA, JULIO DE 2023
EL INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
RAFAEL FLORES VENTURA
COLEGIADO Nº 5.557



Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Málaga

Puede verificar este documento en:

<http://www.coptima.com/verificador/>

Código: 1RDNJY7BBZHJB4NGXWJLL9DC

5557 - Rafael Flores Ventura

11/07/2023

VISADO 8066/2023

00 - 51/51

